

Ueber die Konstruktion der Lagerhäuser.

Von Architekt Josef Unger, Ober-Ingenieur der österr. Nordwestbahn.

(Mit Zeichnungen auf Tafel VI—XIV.)

Im Jahrgang 1882 der „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines“ veröffentlichte der Unterzeichnete einen Bericht über die Konstruktion und Einrichtung von Lagerhäusern in Deutschland und Holland, in welchem auf Grund von an Ort und Stelle gemachten Studien mehrere derartige Bauten näher beschrieben wurden; so das Lagerhaus am Neustadts-Deich in Bremen, der Speicher der Produkten- und Handelsbank in Berlin und das Lagerhaus der Rotterdamer Handelsvereinigung auf Feyenoord bei Rotterdam.

Seit jener Zeit sind auf diesem Gebiete des Bauwesens bedeutende Fortschritte zu verzeichnen. Es entstanden in rascher Folge große Anlagen in den Verkehrsmittelpunkten des Deutschen Reiches, welche durch ihre Lage an den Hauptlinien der Eisenbahnen und an schiffbaren Strömen zu immer hervorragenderer Bedeutung gelangten.

In Berlin wurde die neue, dem Zollamtsverkehre dienende Packhofsanlage geschaffen und der in konstruktiver Beziehung sehr bemerkenswerthe Wiederaufbau des im Jahre 1887 durch Brand zerstörten Speichers der Speditions- und Lagerhaus-Gesellschaft ausgeführt. In Mainz entstand das Hauptniederlags-Gebäude im dortigen neuen Zollhafengebiete; in Frankfurt a. M. wurde an dem Hafen des von seiner Mündung in den Rhein bis hierher kanalisirten Main ein großes Lagerhaus erbaut. In Bremen und Hamburg wurden in den daselbst neugeschaffenen Freihafenbezirken großartige Speicherbauten ausgeführt, deren Anlage wegen der Einverleibung dieser beiden Städte in das deutsche Zollgebiet nothwendig geworden war.

Der Unterzeichnete, welcher die genannten Bauten in Bremen, Hamburg, Frankfurt a. M. und Berlin anlässlich dahin unternommener Studienreisen kennen lernte, erlaubt sich im Folgenden über die Konstruktion derselben zu berichten:

Das Niederlagsgebäude der Packhofsanlage in Berlin

(über welches sich im „Centralblatt der Bauverwaltung“, Jahrg. 1884, eine ausführliche Beschreibung mit Zeichnungen befindet) besteht aus zwei Langflügeln von je 95 m Länge und 14.50 m Breite und einem Querflügel von 70 m Länge und 14.50 m Breite. Das Gebäude ist durch Brandmauern in acht Abtheilungen geschieden, von denen jede eine massive Treppe und einen hydraulischen Aufzug besitzt. Die Geschosshöhen betragen: im Keller 2.70 m, im Erdgeschoße 4.80 m, in den drei Stockwerken je 3.30 m, im Dachgeschoße durchschnittlich 4.0 m. Die Bautiefe des Gebäudes ist durch zwei Reihen von Stützen (im Keller gemauerte Pfeiler, in den übrigen Geschossen schmiede-

eiserne Säulen) in drei Theile zerlegt, von denen der mittlere 5.0 m, die beiden seitlichen je 4.75 m breit sind. Diese Stützen sind nach der Längsrichtung 5.0 m von einander entfernt und nehmen nach derselben Richtung die genieteten I-förmigen Hauptträger von 475 mm Höhe auf, auf welchen die gewalzten I-förmigen Deckenträger von 320 mm Höhe in Entfernungen von je 1.67 m liegen; zwischen letztere sind Tonnengewölbe aus porösen Lochsteinen eingespannt, welche den feuersicheren Abschluss der Geschosse bilden. Auf den Deckenträgern sind kieferne Lagerhölzer von 12/16 cm Querschnitt gelegt, welche den aus 5 cm starken kiefernen Bohlen bestehenden Fußboden aufnehmen; der letztere besitzt in allen Geschossen eine Tragfähigkeit von 1000 kg pro 1 m².

Die eisernen Säulen sind aus Winkleisen und Zwischenblechen mit kreuzförmigem Querschnitte zusammengenietet. Diese Konstruktion wurde gewählt, weil solche Stützen mehr Sicherheit gegen Stöße und größere Widerstandsfähigkeit bei Feuergefahr bieten; als gusseiserne Säulen; doch sind sie infolge der Erfahrungen, welche bei dem Brande des Speichers der Speditions- und Lagerhaus-Gesellschaft in Berlin gemacht wurden, im Sommer 1888 mit Eisengerippe und Cementumhüllung nach dem System Monier umgeben worden; dasselbe geschah auch mit den eisernen Haupt- und Deckenträgern. Die Mauerpfeiler des Kellergeschosses sind aus Klinker in reinem Cementmörtel aufgeführt.

Das Dach ist bei einer Neigung von 1:20 als Pultdach mit Holzcementabdeckung hergestellt, u. zw. in der Weise, daß letztere auf einen 5 cm starken Thonfliesenbelag zu liegen kommt, der zwischen den I-förmigen, an die eisernen Sparren aufgenieteten Latten eingelegt wurde.

An der gegen die Spree liegenden Front des Erdgeschosses sind acht Thore angeordnet, welche mit dreitheiligen Fenstern abwechseln. Zwischen je zwei Thoren, die 10 m von einander abstehen, ist ein hydraulischer Krahn mit 5 m Ausladung aufgestellt. Die Eisenbahnfront und die beiden Landfronten der Langflügel haben abwechselnd Thore und Fenster, doch ist an jeder dieser Fronten nur ein Handkrahne aufgestellt.

Nach der Mittheilung des Herrn Maschinenmeisters der Packhofsanlage, welcher die Führung in derselben freundlichst übernommen hatte, werden die Ketten sämtlicher Krähne alle sechs Wochen einer genauen Prüfung vermittelst Probelastung unterzogen. Diese Ketten werden ferner von Zeit zu Zeit ausgeglüht, um einerseits die durch fortwährenden Gebrauch eintretende Sprödigkeit des Materials zu beheben, und andererseits, um schadhafte Schweißstellen der einzelnen Kettenglieder, die sonst nicht bemerkt werden können, sichtbar werden zu lassen und sonach die nöthigen Reparaturen vorzunehmen.

Die Kosten des Gebäudes betrugen 1,310.000 Mk. oder pro 1 m^2 verbauter Grundfläche 285-10 Mk., wozu noch 50 Mk. für die künstliche Fundirung zuzuschlagen sind.

Der Speicher der Speditions- und Lagerhaus-Gesellschaft in Berlin.

Anlässlich des Wiederaufbaues dieses am 2. Oktober 1887 durch Brand zerstörten Gebäudes hatte das Berliner Polizeipräsidium bestimmte Anforderungen betreffs der neuen feuersicheren Anlage gestellt, welche nach der „Baugewerkszeitung“ (Jahrg. 1889), in welcher sich auch die Zeichnungen des neuen Speichers befinden, Folgendes enthielten:

„Die den Speicher in zwei Theile trennende Brandmauer soll 0.50 m über Dach reichen, und an der Hofseite 1 m über die Aussenseite der Frontmauer hinaus verlängert werden. Die Brand- und Giebelmauern sind mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein stark herzustellen. Die Treppen müssen bis zum Dachraum massiv ausgeführt, mit gemauerten Wänden umschlossen und feuersicher überwölbt werden. Die Thüren, welche von den Treppen zu den Lagerräumen führen, sind aus Eisen, selbstthätig zufallend und nach dem Stiegenhause aufschlagend herzustellen; sie dürfen nicht verschließbar sein. Der Verschluss der Räume kann durch hölzerne Thüren, welche an der Innenseite anzubringen sind, bewirkt werden. — Für die Heizung der ganzen Speicheranlage wird eine Centralheizung empfohlen, deren Feuerung außerhalb des Gebäudes liegt. — Dachaufbauten müssen, wie die Dächer selbst, feuersicher bekleidet werden. Hofkeller, sowie solche Keller, deren Decken unter dem umgebenden Erdboden liegen, dürfen nicht mit Wellblech überdeckt werden; auch dürfen Kellerräume von Menschen nicht benützt werden.

Es wird ferner die Einführung einer festen Hausordnung für den Verkehr in den Lagerräumen und für die Art der Lagerungen verlangt. Fremde Personen dürfen nur unter Aufsicht die Räume betreten. Die Benützung offenen Lichtes und das Tabakrauchen sind untersagt. Die Lagerung der Güter ist so durchzuführen, daß längs der Umfassungswände und mitten quer durch die Räume genügend breite Verbindungsgänge frei bleiben. Die Thüren dürfen nicht verstellt werden. Die zulässige Nutzlast ist in den Räumen durch bezügliche Aufschriften bekannt zu machen, und sind für die Lagerung von Früchten, Getreidearten etc. Höhenmarken, welche die Schüttungshöhen der betreffenden Sorten angeben, an den Wänden und Säulen anzubringen.

Die Verankerung der Deckenträger und Unterzüge mit den Umfassungswänden, Brandmauern u. s. w. ist derart vorzunehmen, daß die Möglichkeit einer Verschiebung der Eisentheile infolge starker Erhitzung vorgesehen ist. Sämmtliche Eisentheile der Deckenträger, Unterzüge und gußeisernen Säulen sind mit gluthsicheren Stoffen zu umhüllen; als solche gelten entweder Beton allein oder dieser mit Drahtgeflecht nach dem System Monier, ferner Drahtgeflecht mit nach dem System Rabitz hergestellter Gypsumhüllung. Die Herstellung der Decken aus Beton

ist nur unter der Bedingung gestattet, daß vor Beginn der definitiven Ausführung unter amtlicher Leitung Belastungsproben in einem dazu bestimmten Geschoße angestellt werden.“

Der in Rede stehende Speicher ist 46 m lang und 24.15 m breit; er ist durch eine Brandmauer, welche nach polizeilicher Vorschrift ausgeführt wurde, in zwei Theile getrennt. Die Geschoßhöhen betragen: im Keller 3.00 m, im Erdgeschoße 4.30 m, im ersten und zweiten Stockwerke je 3.75 m, im dritten Stocke 3.60 m, im Dachgeschoße 4.05 m. Die Bautiefe ist durch vier Reihen von Stützen in fünf Theile getheilt, von denen zwei 4.20 m, einer 5.05 m und die beiden letzten 4.25 m und 4.54 m breit sind. (Diese Ungleichheit hat sich als Folge der Benützung der alten Fundamente ergeben.) Nach der Längsrichtung sind die Stützen 4.80 m bis 5.10 m von einander entfernt. Die gewalzten I-förmigen Unterzüge von 450 mm Höhe, welche nach der Längsrichtung des Gebäudes auf den Stützen liegen, nehmen die gewalzten I-förmigen Deckenträger von 275 mm Höhe auf, welche letztere behufs Verminderung der Konstruktionshöhe zwischen den ersteren angebracht, und mittelst Winkel und Nieten mit ihnen verbunden sind. Die Deckenträger sind 1.20 m von Mitte zu Mitte entfernt; zwischen denselben wurden die an ihrem Scheitel 13 cm starken Cementbeton-Gewölbe eingespannt. — Die Stützen bestehen im Keller aus gemauerten Pfeilern und in den übrigen Geschoßen aus gußeisernen Säulen, welche wie alle eisernen Träger mit Beton umgeben wurden.

Die Ummantelung der gußeisernen Säulen mit Stampfbeton ist in der Weise vorgenommen worden, daß man Eisenblech-Cylinder aus zwei Hälften, welche an einer Seite mit Scharnieren versehen und an der anderen Seite durch Klemmschrauben zu einem geschlossenen Cylinder verbunden waren, um die Säulen herumstellte und den Beton darin feststampfte. Nachher wurden die Cylinder auseinandergenommen, und die zweite und dritte Trommel des Säulenschaftes in gleicher Weise hergestellt. Die oberste Trommel erhielt dann ein Kapital aus Cementguß.

Bei der Ummantelung der eisernen Träger wurde der Beton, nachdem die Schablonen für die unteren Umrisse der Decken aufgestellt und gehörig unterstützt waren, im Zustande feuchter Gartenerde sorgfältig eingebracht, eingestampft und so lange geschlagen, bis die Oberfläche sich mit Wasser bedeckte. — Der Beton wurde aus Rüdersdorfer Portland-Cement und reinem Kies in einem Mischungsverhältnisse von 1 : 4 hergestellt.

Die Probelastung wurde an einer Cementbetonkappe in der Weise vorgenommen, daß ein 0.94 m langes Stück derselben durch zwei eingestemmte Löcher vom übrigen Gewölbe getrennt, und nach und nach mit 24.950 kg belastet ward, wobei sich ein feiner Haarriß im Scheitel der unteren Leibung zeigte. Es konnte somit eine Tragfähigkeit von 1000 bis 2000 kg pro 1 m^2 dieser Gewölbeconstruction mit voller Sicherheit angenommen werden.

Das Lagerhaus in Frankfurt a. M. (Tafel VI u. VII.)

Dieses Gebäude ist hervorragend sowohl in Bezug auf seine Konstruktion, wie bezüglich seiner architek-

tonischen Gestaltung und seiner maschinellen Einrichtung; es liegt am Hafen des kanalisirten Main, und steht sowohl mit der Hessischen Ludwigsbahn, als mit den Staatseisenbahnen in direkter Verbindung. Die Pläne für dieses Lagerhaus gingen aus einer Konkurrenz hervor, in welcher das Projekt der Ingenieure Lauter und Heuser und des Architekten Hessler mit dem ersten Preise gekrönt wurde.

Das Gebäude, welches 100 m lang und 26·5 m breit ist, wird durch zwei Brandmauern in drei gleiche Theile zerlegt, von welchen zwei (die Mittel- und eine Seitenabtheilung) für den Getreideverkehr und einer für den Stückgutverkehr eingerichtet sind. An der Wasserseite ist vor dem Hause ein 8 m breiter Kai angeordnet, auf welchem sich ein Krahn- und ein Bahngleise befinden. Vor dem Mittelbau und im Anschlusse an denselben ist über diesen Kai ein eiserner Vorbau gestellt, welcher bis an die Flucht der Kaimauer reicht, und unter welchem die beiden Geleise hindurchgehen. An diesem Vorbau ist ein Schiffelevator angebracht, welcher das Getreide direkt von den Schiffen hebt und in den Vorbau bringt, in welchem sich die verschiedenartigen Reinigungsmaschinen sammt den automatischen Waagen befinden; von hier wird das Getreide mittelst der Hauselevatoren und der äußerst praktisch angeordneten Transportbänder und Vertheilungsrohre an jede hiefür bestimmte Abtheilung im Gebäude behufs zeitweiliger Deponirung geleitet. Dieselben Einrichtungen ermöglichen das sogenannte Umstechen von länger lagerndem Getreide, sowie die Entnahme desselben behufs Weitertransportes auf der Eisenbahn.

Zwischen den drei Abtheilungen des Gebäudes sind in den Achsen der beiden Brandmauern die steinernen Treppen angeordnet, von denen zwei an der Wasserseite und zwei an der Landseite zu liegen kommen. Im Erdgeschoße sind an den beiden Fronten Ladebühnen hergestellt, unter denen sich Korridore befinden, durch welche die Kellerabtheilungen direkt von außen betreten werden können.

Das Gebäude besitzt Keller, Erdgeschoß, drei Stockwerke und Dachgeschoß; im Mittelbau ist noch ein viertes Stockwerk und über demselben ein 2 m hohes Dachgeschoß befindlich; das letztere enthält die Transportbänder für das Getreide. Die Geschoßhöhen betragen: im Keller 3·0 m, im Erdgeschoße 4·0 m, in den Stockwerken je 3·0 m. Die Bautiefe ist durch vier Stützenreihen in fünf Theile von je 5·0 m Breite untertheilt; diese Stützen sind nach der Längsrichtung des Gebäudes 4·14 m von einander entfernt. Sie sind aus Schmiedeeisen konstruirt und reichen vom Kellerfußboden bis unter das Dach. Die Konstruktion der Stützen ist, wie aus der Detailzeichnung zu entnehmen, aus vier gleichschenkeligen Winkelleisen gebildet, welche durch zwischengespannte Bleche und Verkreuzungen gegen einander versteift sind. Die Unterzüge, welche nach der Breite des Gebäudes auf diesen Stützen liegen, bestehen aus je zwei gewalzten I-förmigen Trägern, welche im Kellergeschoße 40 cm hoch, in den übrigen Geschoßen 36 cm hoch sind. An den beiden Längswänden werden die Unterzüge nicht von den Umfassungsmauern des Gebäudes, sondern

von eisernen Wandstützen getragen, welche von den Mauern 10 cm entfernt sind und die halbe Stärke der Mittelstützen besitzen. Die Außenmauern dienen infolge dessen nur dem Raumabschlusse, und sind die Wandstützen mit ihnen so verankert, daß eine durch Temperatureinwirkung erzeugte Bewegung des Eisens ohne Nachtheil für das Mauerwerk vor sich gehen kann. Es vereinigen sich hiebei (wie in einer Besprechung der Konkurrenzentwürfe im „Wochenblatt für Baukunde“ mit Recht hervorgehoben wurde) die Vorzüge des reinen Eisenschwarkbaues — leichte und schnelle Aufstellbarkeit, unabhängig von dem Hochmauern der Wände, bedeutende Ersparnis an Mauerwerk — mit denjenigen des Massivbaues — Erzielung wärmerer Räume und größere Freiheit in der Behandlung der Architektur.

Die Kellerdecke ist derart konstruirt, daß zwischen den 1 m von einander entfernten I-förmigen Deckenträgern Betongewölbe eingespannt sind, welche den feuersicheren Abschluß bilden, während der Fußboden des Erdgeschoßes aus hölzernen Dielen hergestellt ist, welche quer über die Träger gelegt sind. Die Decken der übrigen Geschoße sollten dem ersten Projekte nach aus 6 cm starken Monierplatten auf I-förmigen Trägern gebildet werden; sie sind jedoch aus hölzernen Trämen, welche in Entfernungen von 70 cm auf den Unterzügen liegen, und darüber angebrachten hölzernem Bodenbelag hergestellt worden; u. zw. aus dem Grunde, weil in Lagerhäusern im Allgemeinen hölzerne Böden vorgezogen werden, welche weniger Staub bilden, und von größerer Elastizität sind, als Steinböden. — Der Boden des Erdgeschoßes besitzt eine Tragfähigkeit von 2000 kg, die Böden der vier oberen Geschoße eine solche von 1500 kg pro 1 m².

Das flache Dach ist, ähnlich wie bei dem Niederlagsgebäude des Packhofes in Berlin, gebildet aus I-förmigen gewalzten Sparren, welche auf den Hauptträgern in Entfernungen von 2·07 m aufliegen; auf den Sparren sind I-förmige Latten in Entfernungen von 30 cm aufgenietet. Diese Latten sind 4 cm hoch, und wurden zwischen ihnen Thonfliese von derselben Höhe in Mörtel gelegt. Auf der hiedurch gebildeten glatten Dachfläche kam sodann die Holzcement-Eindeckung in der üblichen Herstellungsweise zur Ausführung.

Das Lagerhaus besitzt elektrische Beleuchtung, und zwar sind im Innern des Gebäudes Glühlampen angebracht, während der Kai und die Ladestraße durch hochgestellte Bogenlichter beleuchtet werden.

Außer den bereits kurz angeführten mechanischen Einrichtungen für die Manipulationen, welche sich auf die Getreide-Einlagerungen beziehen, befinden sich noch mehrere Hebevorrichtungen an und im Gebäude für den Stückgutverkehr, u. zw. je ein hydraulischer Fahrstuhl von 1000 kg Tragfähigkeit in jeder Abtheilung, zwölf Krahnbalen am Gebäude, welche mittelst fahrbarer hydraulischer Aufzugsmaschinen oder fahrbarer Handwinden sowohl von außen, als auch im Innern des Gebäudes benützt werden können; ferner sechs Wandrahne von 1000 kg Tragfähigkeit auf der Landseite. Es sind außerdem mehrere fahrbare hydraulische Krane vorhanden, welche die Güter von den Schiffen in das Erdgeschoß des Lagerhauses be-

fördern, von wo dieselben mittelst der Aufzüge oder der fahrbaren Winden- und Krahnbalken nach jedem beliebigen Stockwerke geschafft werden können.

Die Speicher im Freihafenbezirke zu Bremen. (Tafel VIII u. IX.)

Diese Speicher liegen nicht unmittelbar am Hafen, so daß die Verladung von den Schiffen nicht direkt in sie erfolgen kann. Es sind vielmehr unmittelbar am Kai die ebenerdigen, dem allgemeinen Verkehre dienenden sogenannten Durchgangsschuppen angeordnet, in denen die Sortirung der angelangten Waaren stattfindet. Hinter diesen Schuppen liegen die Speicher, in welche die einzulagernden Güter mittelst großer hydraulischer Krahne über die dazwischen gelegenen Geleise und die Fahrstraße hinweg aus den Schuppen bequem und rasch hinüber geschafft werden. Die Anlage der zu beiden Seiten des 120 m breiten und 2000 m langen Hafenbassins in der angedeuteten Art angeordneten Schuppen und Speicher, mit den auf den Kais sowohl, als zwischen diesen Gebäuden in großer Zahl errichteten hohen und weit ausladenden Krahn hat sich nicht nur als äußerst praktisch erwiesen, sondern sie gewährt auch, von dem am oberen Ende des Hafens gelegenen schönen Hafenhause aus gesehen, einen großartigen Anblick, der noch interessanter zu werden verspricht, wenn nach der Vollendung der jetzt in Ausführung begriffenen Korrektur der Unterweser der geschäftliche Verkehr im Hafen jene Höhe erreicht haben wird, der dann mit Recht zu erwarten ist.

Da diese Zeilen nur der Beschreibung der Speicherbauten gewidmet sind, so sei auf die im Jahrgang 1889 der „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines in Hannover“ enthaltene ausführliche Darstellung der neuen Hafenanlage zu Bremen hingewiesen, welche von dem Erbauer derselben, Herrn Ober-Baudirektor L. Franzius, veröffentlicht wurde. Der Unterzeichnete erlaubt sich, an dieser Stelle dem Herrn Regierungs-Baumeister H. Hörneke und dem Herrn Architekten W. Sunkel für die freundliche Führung in den Hafenanlagen zu danken.

Es sind im Bremer Freihafenbezirke Speicher verschiedener Gattung vorhanden; solche, welche allgemeinen Zwecken dienen, und solche, welche speziell für die Aufnahme einzelner Güter, wie Wein oder Tabak, bestimmt sind.

Die allgemeinen Waarenspeicher, von denen bisher zwei zur Ausführung gelangten, deren Räume an verschiedene Kaufleute vermietet werden, haben infolge dieses letzteren Umstandes eine eigenartige Grundrißeintheilung erhalten. Jeder dieser Speicher ist 149.76 m lang, 23.75 m breit und in fünf durch Brandmauern getrennte Abtheilungen von je 29.90 m Länge getheilt. In der Mitte einer jeden solchen Abtheilung befindet sich ein das Gebäude der Querrichtung nach durchschneidender, 3 m breiter Gang, der sie in zwei Unterabtheilungen zerlegt, infolge dessen der Speicher in jedem Geschoße zehn Lagerräume von 12.75 m Breite und 22.47 m Länge besitzt. Der Gang ist durch massive Mauern von den Lagerräumen getrennt, welche mittelst eiserner Thüren zugänglich sind.

In einem jeden dieser Quergänge sind außer der für die betreffende Abtheilung nöthigen massiven Treppe die ebenfalls durch alle Geschoße führenden Hebevorrichtungen angeordnet, u. zw. an der Rückseite eine hydraulische Winde in der Achse des Ganges, an der Hauptfront der Stiege gegenüber ein hydraulischer Fahrstuhl. Die beiden letzteren (Stiege und Fahrstuhl) sind nur vom Quergange zu erreichen und von den Lagerräumen feuersicher getrennt. — Zum Zwecke der Verladungen der Güter, welche mittelst der großen drehbaren hydraulischen Straßenkrahne von den sogenannten Durchgangsschuppen in die Speicher gebracht werden, ist je ein solcher Krahn genau in die Achse der in den verschiedenen Geschoßen übereinander liegenden Quergänge eines Speichertraktes gestellt, und können die Güter mittelst des Krahn in die gegen die Hauptfront in jedem Stockwerke sich öffnenden Gänge direkt niedergelassen werden.

Die Quergänge haben schließlich noch den Zweck, daß von ihnen aus ein etwa ausgebrochener Brand im Innern des Gebäudes leichter bekämpft werden kann, weshalb sie auch durch eiserne Steigleitern von außen zugänglich gemacht sind.

Jeder Speicher besitzt Keller, Erdgeschoß, zwei Stockwerke und Dachgeschoß. Die Geschoßhöhen betragen inclusive der Deckenkonstruktion: im Keller 3.0 m, im Erdgeschoße 4.50 m, in den Stockwerken je 3.50 m. Die Breite des Gebäudes ist durch vier Säulenreihen in fünf Theile getheilt, von denen die drei mittleren je 4.62 m, und die an beiden Enden befindlichen je 4.305 m breit sind. Die Säulen sind nach der Längsrichtung des Gebäudes durchschnittlich 4.30 m von einander entfernt.

Die Stützen im Keller werden gebildet aus Pfeilern von 0.90 m Länge und ebensolcher Breite, welche aus Klinkern in Cementmörtel hergestellt sind. Der Keller ist mit Betongewölben abgedeckt, welche zwischen den circa 80 cm von einander entfernten I-förmigen Deckenträgern eingespannt sind und die letzteren ganz umhüllen; darüber ist der hölzerne Fußboden des Erdgeschoßes aufgelegt.

Die Säulen und Böden in den übrigen Geschoßen wurden im Einvernehmen mit den Versicherungs-Gesellschaften und der Brandbehörde wegen der Bedenken, welche bezüglich des Verhaltens des Eisens im Feuer vorherrschen, aus Holz hergestellt. Die Säulen, deren eigenartige Zusammensetzung aus der Zeichnung (Tafel VIII) zu entnehmen ist, sind aus Eichenholz, und die Deckenträger aus Kiefernholz hergestellt, während die Unterzüge wegen der großen Belastung aus Eisen, u. zw. doppelten I-förmigen gewalzten Trägern konstruirt wurden. Die Fußböden sind aus zwei je 3 cm starken Brettlagen zusammengesetzt, zwischen welche Asbestpapier eingelegt ist. — Sämmtliche Holzbestandtheile dieser Konstruktion wurden glatt gehobelt, und die Kanten der Säulen und Träme abgerundet, was nach mehrfach gemachten Erfahrungen zur Folge haben soll, daß diese Baubestandtheile bei Ausbruch eines Feuers von den Flammen nicht sofort in Brand gesetzt, sondern an ihrer Oberfläche erst theilweise verkohlt werden, und daß die sich auf diese Weise bildende Kohlenschichte so-

dann einen zeitweiligen Schutz gegen die weitere Zerstörung des Holzes biete.

Die Quergänge sind in allen Geschoßen mit Betongewölben abgedeckt, welche zwischen I-förmigen Trägern eingespannt sind, und auf welche ein hölzerner Fußboden gelegt ist. — Die zulässige Belastung pro $1 m^2$ der einzelnen Böden beträgt im Erdgeschoße $1800 kg$, im ersten und zweiten Stocke je $1500 kg$, am Dachboden $1000 kg$.

Die Baukosten dieser Speicher betragen pro $1 m^2$ verbauter Grundfläche $164 Mk.$

Die beiden Weinspeicher sind mit Rücksicht auf die Zahl der Geschoße und die Innenkonstruktion ganz wie die allgemeinen Waarenspeicher ausgeführt; nur im Grundrisse weichen sie von diesen ab. Der eine der beiden Weinspeicher besteht aus 3 Abtheilungen, welche je $32 m$ breit, $25 m$ tief und durch Brandmauern von einander getrennt sind. Jede Abtheilung ist für sich vermietet, weshalb die Quergänge wegblieben. Im Erdgeschoße jeder Abtheilung

den Lagerräumen feuersicher geschieden, und die nöthige Verbindung vermittelt eiserner Thüren hergestellt. — Die Baukosten der vier Stock hohen Speicherabtheilungen betragen pro $1 m^2$ verbauter Grundfläche $223 Mk.$, jene der übrigen Abtheilungen $170 Mk.$

Die Façaden sämtlicher Speicher sind von dem Architekten W. Sunkel im Style des norddeutschen gothischen Backsteinbaues entworfen und sehr sorgfältig ausgeführt; sie erhielten durch die mit vorspringenden Giebeln oder Thürmen ausgezeichneten Vorhallen und Stiegenhäuser eine die große Baumasse theilende und belebende Gruppierung, welche der ganzen Anlage zu besonderem Vortheile gereicht. Obwohl außerhalb der diesem Berichte gesteckten Grenze gelegen, sei noch von den übrigen Gebäuden dieser Hafenanlage: das Hafenhaus, das Verwaltungsgebäude und das Maschinengebäude hervorgehoben, welche, sämtlich im oben bezeichneten Style zur Ausführung gebracht, infolge ihrer reichen Gruppierung, die bei dem Hafenhouse

Situationsplan des Hamburger Freihafenbezirkes.



Legende: 1 Staatsspeicher mit Zollabfertigung und Postamt; 2 Staatsspeicher mit Maschinenraum; 3 Kessel- und Akkumulatorenhaus; 4 Zollabfertigungsstelle Vorsetzen; 5 Zollabfertigungsstelle Baumwall; 6 Zollabfertigungsstelle Niederbaum; 7 Hauptzollamt Kehr wieder; 8 Zollabfertigungsstelle Kehr wieder; 9 Zollabfertigungsstelle Brook; 10 Zollassistentur Jungfernbrücke.

befindet sich ein Comptoir mit Probirstube; hinter dem Gebäude ist ein $6 m$ breiter überdeckter Perron für die Arbeiten der Böttcher etc., sowie für Spülzwecke angeordnet. Der Keller, das Erdgeschoß und der erste Stock können durch eine im Gebäude hergestellte Heißwasserheizung erwärmt werden. Die Baukosten dieser Speicher betragen pro $1 m^2$ verbauter Grundfläche $170 Mk.$

Der Tabakspeicher (Taf. IX) ist konstruktiv ebenfalls den übrigen Speichern gleich ausgeführt; er besteht aus sechs durch Brandmauern getrennte Abtheilungen von je $28 m$ Länge und $26.25 m$ Tiefe, von denen vier die gleiche Anzahl der Geschoße haben wie die allgemeinen Waarenspeicher, während zwei höher geführt sind, und außer Keller und Erdgeschoß noch vier Stockwerke und das Dachgeschoß besitzen. Jede Abtheilung ist durch eine Quermauer in zwei gleiche Unterabtheilungen getrennt, welche den an der Hauptfront befindlichen Vorplatz mit Stiege und Aufzug, sowie die an der rückwärtigen Front angeordnete hydraulische Winde gemeinsam benützen. Stiege und Hebevorrichtungen sind wie in den allgemeinen Speichern von

großartige Verhältnisse erreicht, sehr zur Verschönerung des Hafengebietes beitragen.

Die Speicher im Freihafenbezirke zu Hamburg.

Diese Speicher, zum Theile vom Staate Hamburg, zum größten Theile jedoch von der Hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft erbaut, nehmen den Raum zwischen der Niederbaumbrücke und dem St. Annen-Platz, Sandthor-Kai und Zollkanal ein, und sind zu beiden Seiten der ebenfalls neu hergestellten $25 m$ breiten Kanäle: des Kehr wiederfleth und des Brooksfleth, welche zusammen eine Länge von ca. $800 m$ besitzen, errichtet. In dieser Gesamtlänge sind die Speicher aneinander gebaut, und nur dreimal behufs Durchführung von Straßen und Brücken (des Kehr wiedersteges, der Sandbrücke und des Kibelsteges) unterbrochen. (Siehe obenstehenden Situationsplan.)

Die vom Staate Hamburg hier aufgeführten Gebäude sind: der Speicher für Zollabfertigung an der Ecke vom Kehr wieder und „auf dem Sande“, der Staatsspeicher mit Maschinenraum, und die große kombinierte hydraulische

und elektrische Centralstation am Sandthor-Kai. Alle übrigen, von der Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft zur Ausführung gebrachten Speicher sind in verschiedene „Blocks“ eingetheilt, welche der Uebersicht wegen mit Buchstaben bezeichnet sind, u. zw. die bisher erbauten von A bis inclusive O. Jeder dieser Blocks ist durch Brandmauern in mehrere Abtheilungen zerlegt, welche entweder ganz oder nur per Geschoß an Hamburger Kaufherren vermietet oder auch kaufweise überlassen wurden.

Die aus früheren Bauperioden stammenden Lagerhäuser und Kai-Schuppen am Sandthor-Hafen und Grasbrookhafen sind dem Freihafenbezirke ebenfalls einverleibt und wurden außerdem mehrere neue Hafenbassins geschaffen, so der äußere und innere Oberländer-Hafen und der Segelschiff-Hafen, mit dem an der Spitze des Asia-Kai am sogenannten Krahnhöft hergestellten hydraulischen Drehkrahnen von 150 t Tragfähigkeit.

Die großartige Gesamtanlage des Hamburger Freihafengebietes wird am Eingange von der Stadt her durch den oben bezeichneten Complex der neuen Speicher und Brücken begrenzt. Diese Bauten bilden in ihrer Gesamtheit gleichsam die Hauptfaçade des Freihafens, und wurden, trotzdem sie nur als Nutzbauten Geltung haben, doch in ihrem Aeußern würdig einer in ihrer Art gewaltigen und nicht so bald wiederkehrenden Baupoeche Hamburgs zur Ausführung gebracht. Die architektonische Gestaltung sämtlicher Neubauten ist ähnlich wie im Bremer Freihafen im Style des gothischen Backsteinbaues durchgeführt, und wurde durch die Anordnung von reichen Giebelbildungen, Erkern und Thürmen, an den Gebäuden sowohl als an den Brücken, unter letzteren vor allen die über den Zollkanal führende Brooks-Brücke, eine Bauanlage geschaffen, welche in jeder Hinsicht dem großen Aufschwunge entspricht, den Hamburg durch die Errichtung des Freihafens auch in kommerzieller Beziehung errungen.

Die Leitung dieser Bauten lag in den Händen des Herrn Ober-Ingenieurs Andreas Mayer, dem es trotz mancher Schwierigkeiten gelang, bei diesen Utilitätsbauten auch dem ästhetischen Momente sein Recht zu verschaffen. Die beigegebenen Tafeln X—XIV, welche nach Zeichnungen angefertigt sind, die der Verfasser der Freundlichkeit des Herrn Bau-Inspektors Wulf der Hamburger Bau-Deputation und des Herrn Ingenieurs Hagen der Hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft verdankt, geben ein annäherndes Bild von der Konstruktion und der architektonischen Bildung einiger dieser Bauten.

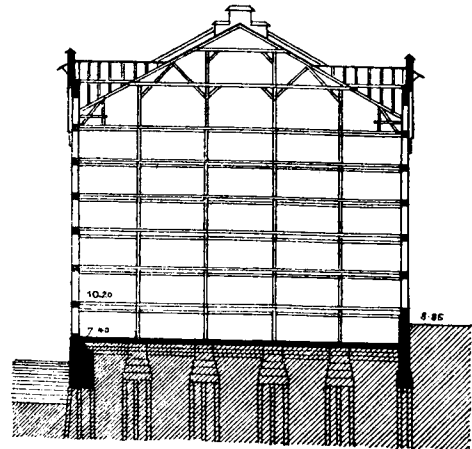
Wie aus dem nebenstehenden schematischen Profile und aus dem Situationsplane zu entnehmen, wurden sämtliche neue Speicher unmittelbar an den neuen Kanälen errichtet, u. zw. derart, daß die eine Hauptmauer dieser Gebäude auf der Kaimauer zu stehen kommt. Die Kellersohle der Speicher liegt 7.40 m, die Strasse 8.85 m, der Fußboden des Erdgeschoßes 10.20 m über Hamburger Nullwasser. Diese Höhenlagen gestatten zunächst eine günstige Benützung der Kellerräume für Lagerzwecke, da die Verladungen von den Schiffen direkt in dieselben vorgenommen werden können, und nur bei hereinbrechender Hochfluth Vorkehrungen zum Schutze der Keller nöthig sind, auf die später zurückge-

kommen wird. Die Höhe des Erdgeschoßes oberhalb der Straße, auf welcher Eisenbahngleise längs der Speicher projektirt sind, entspricht dem für die Verladungen in und aus den Waggons nöthigen Niveau-Unterschiede zwischen Schiene und Ladeperren.

Diese Situierung der neuen Speicher hatte die beste Ausnützung der für den Freihafen bestimmten Grundfläche zur Folge, welche letztere einem der ältesten Stadttheile Hamburgs entnommen und früher von mehr als 20.000 Menschen bewohnt war, die nunmehr in den neuen Theilen der Stadt Unterkunft fanden.

Der Speicherblock L (mit Abbildungen auf Tafel X) ist 176.60 m lang und 27.90 m breit; er ist durch Brandmauern in 6 Abtheilungen von durchschnittlich 29.30 m Länge getheilt. Jede derselben besitzt in der Mitte gegen die Straßenseite eine durch alle Geschoße führende steinerne Stiege, an deren Seite sich ein hydraulischer Aufzug befindet, dessen Fahrstuhl vom Keller ebenfalls durch alle Geschoße geht. Die Stiege und der Aufzug sind mit massiven Mauern umgeben, und führen von hier aus eiserne Thüren in die Lagerräume. Das Gebäude besitzt

Profil eines Hamburger Speichers.



vier Stockwerke; die Geschoßhöhen betragen: im Keller 2.80 m, im Erdgeschoße 3.20 m, im ersten, zweiten, dritten Stockwerke 2.95 m, im vierten Stock 2.70 m. Die Decken, resp. Fußböden der einzelnen Geschoße werden gebildet aus genieteten Hauptträgern, welche gewalzte Zwischenträger aufnehmen, auf denen die hölzernen Träme mit der Dielung liegen. Die Stützen sind aus Schmiedeeisen konstruirt; sie besitzen Kastenquerschnitt, und sind aus Walzeisen mit aufgelegten Lamellen zusammengesetzt. Diese schmiedeeisernen Säulen sind nach der Breite des Gebäudes in vier Reihen angeordnet, und beträgt ihre Entfernung nach dieser Richtung 5.49 m; nach der Längsrichtung sind sie abwechselnd 4.78 und 3.45 m von einander entfernt.

Wie aus dem Konstruktions-Detail zu ersehen, sind die Zwischenträger durch die Hauptträger gesteckt; an der Durchdringungsstelle ist aus dem Stehbleche des letzteren das nöthige Rechteck herausgeschnitten, und der durchgeführte Zwischenträger durch Winkel und entsprechende Vernietungen mit dem Stehbleche des Hauptträgers verbunden. Die Zwischenträger sind außerhalb der Unterzüge durch Gelenk-Konstruktion an einander befestigt.

(Es sei hier der etwas abweichenden Bodenkonstruktion des früher erbauten Speicherblockes *J* erwähnt, bei welcher die Zwischenträger ebenfalls die genieteten Hauptträger durchdringen, jedoch auf dem Untergurt des letzteren aufliegen, welcher aus **I**-Eisen gebildet und durch angenietete Lammellen verstärkt wurde.)

Wo es nothwendig war, die zwischengestellten Brandmauern durch Thüren zu unterbrechen, um einzelne Speicherabtheilungen mit einander zu verbinden, wurde, wie im Grundrisse angedeutet, durch beiderseits vorgebaute und in Eisenfachwerk mit Ausmauerung hergestellte Wände eine kleine Zwischenkammer von ca. 2 m Breite hergestellt, die gepflastert und überwölbt ist, und von welcher die eisernen Thüren in die Abtheilungen führen. Ueberdies sind auf 1 m Breite rings um diese Einbauten zwischen den Deckenträgern Ziegelgewölbe eingespannt. Dadurch ist bei ausgebrochenem Brande an dieser Stelle dem raschen Uebergreifen des Feuers von einer Abtheilung in die andere eine sichere Schranke gesetzt.

Einem anderen zerstörenden Elemente, dem Wasser, ist in den Kellern entgegen zu wirken. Die Kellersohle, welche auf + 7.40 m über Hamburger Null liegt, kann bei Sturmfluth unter Wasser gesetzt werden. Um nun in solchem Falle das Eindringen desselben durch die an der Kanalseite angebrachten Thore der Verladelucken zu hindern, sind in jeder Thorleibung doppelte eiserne Winkel befestigt, zwischen welche im Falle der Noth je zwei hölzerne Spundwände einzuschieben sind, deren Zwischenraum mit Lehm ausgefüllt wird. Sobald von Kuxhafen die Kanonen das Herannahen der Sturmfluth signalisiren, werden die neben jedem Thore in Bereitschaft gehaltenen Spundwände mit ihrer Lehmfüllung in Aktion gesetzt.

Der Kellerfußboden ist, wie bei allen Hamburger Speichern, aus Beton in einer Stärke von 30 cm hergestellt, welcher an seiner Oberfläche mit einem fetten Kies-Cementmörtel abgeglichen ist. Unterhalb der Betonschicht wurde vorerst eine 20 cm starke Lehmschicht eingestampft. Diesen Vorsichtsmaßregeln gegen aufsteigende Grundwasser gesellt sich noch die Herstellung von Isolirschichten aus doppelt geklebten Asphaltfilzplatten in allen Scheide- und Umfassungsmauern unterhalb des Kellerniveaus.

Die Fundirung dieses Speichers ist, wie bei allen Bauten des Freihafens, aus Rammpfählen gebildet; die eine der beiden Hauptmauern ist, wie schon erwähnt, unmittelbar auf die Kaimauer gestellt.

Die Dachkonstruktion ist aus Eisen mit Polonceau-Bindern hergestellt, deren Knotenpunkte sich auf die schmiedeeisernen Bundsäulen stützen. Die Sparren und Streben sind aus **I**-Eisen, die 2.25 m von einander entfernten Pfetten aus **Z**-Eisen gebildet; auf die letzteren sind hölzerne Pfosten befestigt, welche die 3 cm starke Dachschalung aufnehmen, auf welcher die Schiefereindeckung angebracht ist.

Außer den im Innern des Gebäudes befindlichen Aufzügen sind sowohl an der Straßen-, als Wasserseite in jeder Abtheilung noch je 2 Krahnbalcken (ebenfalls mit hydraulischem Betriebe) vorhanden, welche die gehobenen Güter in alle Geschoße durch die in den Façaden über einander angeordneten Thorlucken abgeben. Im Erdgeschoße sind

überdies noch einige Wandkrahne mit Handbetrieb in Verwendung.

Die Baukosten dieses Speicherblockes haben pro 1 m² verbadter Grundfläche 350 Mk. betragen.

Im Speicherblocke *D*, von welchem auf Tafel XI die Façade einer Abtheilung und die Einzelheiten der Deckenkonstruktion dargestellt sind, wurden die Zwischenträger nicht mehr, wie in den Speicherblocks *J* und *L*, durch die Hauptträger, sondern auf dieselben gelegt, was eine beträchtliche Vermehrung der Konstruktionshöhe der einzelnen Decken zur Folge hatte. Die Hauptträger sind an ihren außerhalb der schmiedeeisernen Ständer angeordneten Stößen durch Gelenke mit einander verbunden, und liegen an den Umfassungsmauern des Gebäudes (wie im Lagerhaus zu Frankfurt) auf eisernen Wandstützen.

Die Façaden der von der Hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft erbauten Speicher wurden von dem Herrn Architekten G. Thiele gezeichnet; die Konstruktion dieser Gebäude wurde von Herrn Ingenieur Hagen entworfen und berechnet.

Der Staatsspeicher mit Maschinenraum am Sandthor-Kai (mit Abbildungen auf Tafel XII u. XIII) enthält im Erdgeschoße die Dampfmaschinen und die Motoren für die elektrische Beleuchtung, während die übrigen Stockwerke Speicherzwecken dienen. Der Raum für die Dampfmaschinen reicht durch das Erdgeschoß und den ersten Stock, und bildet eine große, durch keinerlei Stütze unterbrochene Halle. Oberhalb dieses Raumes sind drei Wasserbehälter (je 8.90 m lang, 5.0 m breit und 1.50 m hoch) auf Träger gestellt, welche von vier eisernen Sprengwerken aufgenommen werden, die den 12.65 m breiten Raum frei überspannen, und außer diesen noch die Bundsäulen der drei darüber befindlichen Speichergeschoße, somit auch deren gesammte Last zu tragen haben. Die Innenkonstruktion der übrigen Gebäudetheile ist wie in den andern Speichern durchgeführt; es sei nur hervorgehoben, daß die Unterzüge hier aus Gitterträgern gebildet sind, durch welche die gewalzten **I**-förmigen Zwischenträger durchgesteckt wurden. Das Dach ist aus Holz konstruirt und mit Schiefer abgedeckt. Die Treppen sind in diesem Gebäude ebenfalls mit den hydraulischen Fahrstühlen in einem von massiven Mauern umgebenen Stiegenhause vereinigt, und für die gemeinsame Benützung zweier Speicherabtheilungen angeordnet.

Der Speicher mit Zollabfertigung an der Ecke vom Kehr wieder und „auf dem Sande“ (mit Abbildungen auf Taf. XIV) wird im Erdgeschoße für Zoll- und Postzwecke benützt; die übrigen Geschoße des vier Stock hohen Hauses dienen als Lagerräume. An der einen Giebelseite ist dem Gebäude ein einstöckiger Trakt angebaut, in dessen Erdgeschoß sich eine offene Vorhalle als Haupteingang zur Personen-Zollabfertigung befindet, während im ersten Stockwerke eine größere Amtswohnung untergebracht ist. Da es wegen der vollständigen Ausnützung im Erdgeschoße des Hauptgebäudes nicht möglich war, alle für die Speicher der obern Stockwerke nöthigen Stiegen und Aufzüge in demselben anzulegen, so musste vor dem Gebäude in einer Entfernung von 9 m ein eiserner Thurm hergestellt werden, in welchem sich zwei hydraulische

Fahrstühle und eine Treppe befinden. Dieser Thurm (auf unserer Skizze nicht dargestellt) steht mit allen Obergeschossen durch eiserne Brücken in direkter Verbindung.

Das Hauptgebäude ist 74.60 m lang, 25.0 m breit; die Geschöshöhen betragen: im Keller 2.90 m, im Erdgeschoße 5.30 m, in den übrigen vier Geschossen je 3.0 m. Die Innenkonstruktion ist ähnlich hergestellt, wie in den übrigen Speichergebäuden, doch werden die Unterzüge an den Längswänden nicht von den Umfassungsmauern, sondern wie im Lagerhause zu Frankfurt a. M. und im Speicherblocke D von eisernen Wandstützen, welche die halbe Stärke der Mittelstützen haben, getragen. Der Keller und das Erdgeschoß sind mit 12 cm starken Gewölben abgedeckt, welche aus festgebrannten Lochsteinen gebildet und zwischen den eisernen Deckenträgern eingespannt sind;

die Zwickel dieser Gewölbe wurden mit Flußkies-Beton ausgefüllt. Für die Fußböden sämtlicher Geschoße sind auf den eisernen Trägern eichene Lagerhölzer (von 10/10 cm Stärke) befestigt, auf welchen ein doppelter Fußbodenbelag, u. zw. erst 6 cm starke stumpf an einander gelegte Bohlen, und auf diesen ein 3.5 cm starker gespundeter Boden, der nach der Längsrichtung des Speichers angebracht ist, aufliegt. Der Fußboden des Dachgeschoßes ist unterhalb mit feuersicheren Gypstafeln (Rabitzdecke) verkleidet. Die Tragfähigkeit der Böden beträgt im Erdgeschoße und allen Stockwerken je 1800 kg, im Dachgeschoße 1000 kg pro 1 m².

Dieses Gebäude, eines der schönsten unter den Speichern des Freihafens, wurde vom Architekten G. W. Möller entworfen.

Die Montirung des Červena-Viaduktes.

Von Oskar Meltzer, Ober-Ingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen*).

(Mit Zeichnungen auf Taf. XV—XX.)

Seitens meiner Vorgesetzten wurde mir im verflossenen Jahre der ehrenvolle Auftrag zutheil, die Montirung des Moldau-Viaduktes bei Červena zu beaufsichtigen. Im Nachstehenden soll der dabei (in Oesterreich zum erstenmale bei einer großen Eisenbahnbrücke) in Anwendung gebrachte Arbeitsvorgang des Näheren beschrieben und mögen die dabei gemachten Erfahrungen mitgetheilt werden. Vorher sei es aber gestattet, die Konstruktion der Brücke selbst mit einigen Worten zu erläutern.

Das an der Uebersetzungsstelle circa 300 m breite und 67 m tief eingeschnittene Moldauthal, welches die k. k. Staatsbahnlinie Tabor-Pisek bei Červena kreuzt, wird mittelst einer Brücke von drei Oeffnungen von je 84.4 m Weite auf zwei Mittelpfeilern von 58 m, bzw. 62 m Höhe übersetzt. Der Umstand, daß in der Mittelloffnung, im Gerinne der Moldau, der Einbau eines festen Montirungsgerüsts einerseits wegen der felsigen Beschaffenheit der Flußsohle, und andererseits wegen der Floßschiffahrt nur sehr schwer möglich gewesen wäre, führte auf den Gedanken, hier die gebräuchlichen Brückensysteme, wie auch die gewöhnliche Montirungsart zu verlassen, und ein zwar schon aus vielen anderen Ausführungen bekanntes, aber in Oesterreich noch nicht eingeführtes Tragwerksystem, das des kontinuierlichen Gelenkträgers, freischwebend zusammenzufügen. Es ist das Verdienst des Baudirektors Herrn Hofrath Bischoff, diesem Systeme und der in Oesterreich bei großen Eisenbahnbrücken ebenfalls bisher noch nicht angewendeten Montirungsart durch Genehmigung der Projektspläne und Vertretung des Projektes nach aussen hin zum Durchbruche verholfen zu haben. Die Verfassung des Projektes erfolgte im Brücken-Bureau der k. k. Staatsbahnen unter Leitung des Vorstandes desselben, Herrn Ober-Inspektors Ludwig Huß. Die Montirung des Viaduktes oblag der Brückenbauanstalt der I. böhm.-mähr. Maschinenfabrik in Prag, welche diese Arbeiten mit vielem Geschick durchführte.

Die Eisenkonstruktion (Taf. XVI) besteht aus drei für sich selbstständigen Theilen, u. zw. aus den beiden 109.72 m langen Konsolträgern, und aus dem auf den Enden der beiden Konsolträger ruhenden, 33.76 m langen Mittelträger. Je ein Konsolträger wird aus dem 84.4 m langen Endfelde und aus der 25.32 m langen Konsole gebildet. Die ganze Eisenkonstruktion gewährt im Allgemeinen das Ansehen eines einzigen Parallelträgers von 254 m Länge. Die Höhe der Konstruktion beträgt 10 m und die Entfernung der beiden Hauptträger misst 5.04 m. Die Maschenweite der Ausfachung beträgt 8.44 m und erschien es bei dieser großen Feldweite rationell, in der Mitte jedes Feldes mittelst Zwischen-Vertikalen, welche von der Kreuzungsstelle der Diagonalen bis zum Obergurte reichen, einen Querträger einzuschalten. Die Fahrbahn ist 1.4 m tief unter die obere Fläche des Obergurtes versenkt. Bei den gewählten Verhältnissen der Oeffnungsweiten und der Länge der Tragarme ist gegen ein Aufkippen an den Trägerenden bei der ungünstigsten Belastungsweise noch eine 3.3fache Sicherheit vorhanden.

Die Montirung der Brückenkonstruktion erfolgte in den beiden Seitenöffnungen auf festen Gerüsten, in der Mittelloffnung freischwebend, wobei die fertiggestellten Konstruktionen in den Endfeldern als Balancegewichte dienten. Sowohl bei der Montirung auf fester Unterlage, als auch bei der freischwebenden, gelangte zur Einbringung der Glieder ein fahrbarer Montirungskrahn zur Verwendung, mittelst welchem die einzelnen als starke Träger ausgebildeten Konstruktionsglieder der Brücke, die schon im fertigen, größtentheils vollständig vernieteten Zustande an die Baustelle gelangten, versetzt und sodann nur an den Knotenpunkten aneinanderzufügen, zu verschrauben und schließlich zu vernieten waren. Das Projekt nahm selbstverständlich auf diese Montirungsart, namentlich in der Materialvertheilung, der Gurtglieder, schon alle Rücksicht. Die Zufuhr der Konstruktionsglieder von Pisek, bzw. von Tabor aus erfolgte bis unmittelbar zur Baustelle auf der für Lokomotivbetrieb zur Zeit der Montirung be-

*) Nach einem in der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure am 27. Februar 1890 gehaltenen Vortrage.

reits benutzbaren neuen Bahnlinie. Das Abladen der Theile geschah mittelst eigens für diesen Zweck hergestellten, transportablen Abladegerüsten.

Der Montirkrahn (Tafel XIX) bestand aus einem fahrbaren Eisengerüste, an welchem zwei Krahnwinden von je 6.0 t Tragfähigkeit, und zwei feste Ausleger mit Kettenrollen anmontirt waren. Das Eisengerüste, aus Winkeleisen und L-Eisen zusammengesetzt, bildete einen rechteckigen Rahmen, an dessen Längsseiten vier Lagerständer mit gußeisernen Laufrädern befestigt waren. Die Laufräder bewegten sich auf den Lamellen der Obergurte, u. zw. gerade oberhalb deren Stehblechen. An den Querseiten dieses Rahmens waren Bleche, die zur Führung, bezw. Verankerung des Eisengerüstes dienten, angenietet. An denselben Seiten waren weiters noch je drei Konsolen befestigt, welche, mit Dielen belegt, den Raum für die Arbeiter zur Bedienung der Krahnwinden bildeten. Die beiden festen Ausleger hatten eine Auskragung von 4.7 m und waren mit einem Kreuz aus Winkeleisen verbunden, so daß eine seitliche Bewegung ausgeschlossen war. Außerdem wurden diese Ausleger mittelst Flacheisen ($2 \times 70 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$) an die Krahnwinden und von diesen an das Eisengerüste verankert. Ein solches Flacheisenpaar war berufen, die durch das Aufziehen einer Last von 4 t hervorgerufene Zugspannung von 7 t zu übernehmen. Das Ende eines jeden Auslegers trug eine Kettenrolle und einen Haken für die Kette. Die Krahnwinde hatte eine zweifache Uebersetzung, u. zw. wurde die Last mit doppelter Uebersetzung gehoben und mit einfacher niedergelassen, wozu eine Differentialbremse diente. An den beiden 400 mm langen Kurbeln war inclusive Reibung eine Kraft von 34 kg nöthig, um eine Last von 4 t zu heben; es hatte sonach ein Mann mit 17 kg zu arbeiten. Der schwerste im Ganzen vernietete Bestandtheil wog jedoch nur 3.8 t. Im unbelasteten Zustand bedurfte der Krahn keiner Verankerung und konnte er mittelst Hebeisen durch vier Mann verschoben werden. Während der Arbeit jedoch musste der Krahn verankert werden, was durch Einschieben von aus zwei L-Eisen gebildeten Querbalken unter die Obergurten bewerkstelligt wurde. Der Auftrieb bei der Hebung einer Last von 4 t betrug 8 t. Um die vorderen Laufräder bei der Hebung zu entlasten, waren unter den Winden zwei Schrauben (je 45 mm stark) mit einer gemeinsamen hölzernen Unterlage angebracht, die den Druck von 17 t zu übernehmen hatten. Der Vershub des Krahnes über Lamellenstufen erfolgte mittelst Keilen von Lamellenstärke. Bei ähnlichen Fällen wäre anzustreben, daß die Ausleger nicht fix, sondern wenigstens im vertikalen Sinne beweglich hergestellt werden, und weiters, daß das Vorwärtsbewegen des Krahnes durch irgend eine Räderübersetzung bewirkt werden kann. Die Krahne haben gut funktioniert und wurden vom Chef-Ingenieur der Brückenbauanstalt der I. böhm.-mähr. Maschinenfabrik in Prag, Herrn Franz Prasil, entworfen und durchgeführt.

Für die Aufstellung der Endfelder diente, wie schon erwähnt, ein festes Gerüst (Tafel XVI). Ein wesentliches Merkmal seiner Anordnung bestand darin, daß die Jochständer unter die Knotenpunkte der Eisenkonstruktion gestellt waren, so daß letztere während der Aufstellung mit-

telst Schraubenwinden direkt auf die Joch gestützt werden konnten. Auf jeden der 18 Stützpunkte entfiel dabei eine Belastung von 15 t. Die Entfernung der einzelnen Joch entsprach sonach der Knotenweite der Träger, d. i. 8.44 m. Diese Eintheilung kommt in der Regel bei den gewöhnlich üblichen Gerüsten nicht vor, doch war dieselbe im vorliegenden Falle von Vortheil, da die Aufstellung der Eisenkonstruktion felderweise vor sich ging und das Gerüste zwischen den Jochen nur schwach zu sein brauchte, da es nur den einen Zweck zu erfüllen hatte, gewisse Theile, wie die 2.8 t schweren Grundplatten für die Lager am Mittelpfeiler etc., bei dem Transport vom Widerlager zum Mittelpfeiler zu tragen. Die Last, von zwei Knotenpunkten herrührend, wurde von vier Jochbäumen aufgenommen, zu welchen sich in weiterer Folge noch ein fünfter gesellte. Die Etagenhöhe des Gerüstes betrug 7.80 m und war jeder Jochbaum in jeder Etage (siehe Detail in Fig. 10) gestossen. Die Jochbäume waren baumwalzige Hölzer, die in der obersten Etage eine Stärke von 24 cm und in der untersten Etage eine Stärke von 26 cm hatten; dieselben wurden mit Rücksicht auf Knickfestigkeit im Maximum mit 94 kg per cm^2 beansprucht. Das höchste Joch hatte bei einer Höhe von 53 m eine untere Breite von 15 m. Wie bei den meisten Gerüstungen, so war auch hier der schwache Punkt in der geringen Widerstandsfähigkeit gegen Winddruck gelegen gewesen. Die Rechnung ergab, daß bei einem Winddruck von 150 kg per m^2 die Gefahr bestand, dass die Joch umgeworfen würden. Die Joch hielten sich aber trotzdem ganz gut und muss dies wohl hauptsächlich dem Umstande zugeschrieben werden, daß Winddrücke von der angenommenen Größe, welche überhaupt in unseren Gegenden eine Seltenheit sind, während der Montirung nicht auftraten. Zur Vergrößerung der Stabilität des Gerüstes wurde jede Etage desselben durch Balken mit dem steinernen Mittelpfeiler in Verbindung gebracht. Ueberdies wurde eine wesentliche Sicherung gegen Winddruck dadurch gewonnen, daß vor Allem der ganze Untergurt sammt Windverband vollständig vorgelegt und verbunden wurde. Die Lieferung und Aufstellung der beiden Gerüstungen war Sache der Brückenbauanstalt, wurde aber von derselben der Bauunternehmung Brüder Redlich & Berger übertragen und von letzterer in mustergiltiger Weise besorgt. Die beiden Seitengerüstungen erforderten 620 m^3 Holz und 15 t Schrauben. Die Kosten hiefür haben 19.220 fl. (31 fl. per m^3) betragen. Die Ansichtsfläche der beiden Aufstellungsgerüste betrug 6760 m^2 , während der ganzen übersetzten Thalprofilfläche ein Ausmaß von 12.220 m^2 zukömmt.

Ich gelange zur Beschreibung der Aufstellung der Eisenkonstruktion in den Seitenfeldern (hiez Taf. XVIII, Fig. 1—4), und will zunächst jene des Piseker Endfeldes besprechen. Obwohl es bei der Montirung von Brückenträgern allgemein üblich ist, die Hauptträger gleich auf ihren definitiven Lagern aufzustellen, so war dies hier nicht thunlich, wenngleich auch aus Gründen, die ich vorhin erwähnte, der gesammte Untergurt und Windverband im Endfelde vorgelegt werden musste. Das eigenartige Ineingreifen der Theile des letzten Untergurtgliedes im Endfelde und des ersten Untergurtgliedes der Konsole, sowie die an den Uebergreifungs-

stellen oberhalb der festen Lager nothwendige Anbringung von versenkten Nieten bedingten, daß die Bestandtheile der festen Lager am Mittelpfeiler, mit Ausnahme der Grundplatten, nicht eher versetzt werden konnten, bis das Endfeld fertiggestellt, bzw. die ersten Untergurtglieder der Konsole eingebracht waren. Es musste deshalb das Endfeld auf den Grundplatten am Mittelpfeiler durch Holzunterlagen in der Höhe des künftigen Lagers gestützt werden, während die Stützen für die übrigen Knotenpunkte durch zwischen die Untergurten und Gerüste gestellte Schraubenwinden und Holzlagen gebildet wurden.

Der Krahn begann nun seine Arbeit am Widerlager, auf einem in der Höhe des Obergurtes aufgestellten Bockgerüste, u. zw. in Stellung *I*, in welcher sämtliche Auflagerbestandtheile, sämtliche Untergurtglieder und die Glieder für den Windverband auf das Gerüste hinuntergelassen wurden. In derselben Stellung gelangten noch die beiden Endvertikalen sammt den Querträgern zur Aufstellung. Die genannten Konstruktionstheile wurden dem Krahne von dem in der Nähe der Baustelle gelegenen Dépôtplatze mittelst eines leichten eisernen Bahnwagens auf dem bis zur Brücke fertigen Geleise zugeführt. Der Krahn wurde nun durch Verschieben in Stellung *II* gebracht, und gelangten der Reihe nach folgende Glieder zur Versetzung:

a) die beiden Zugdiagonalen, in je einem Stücke, mit einer Länge von 13 m und einem Gewichte von in max. 3·8 t;

b) die Druckdiagonalen in je zwei Theilen, u. zw. der äussere Theil zuerst;

c) die Hilfsvertikalen und die anschließenden Querträger;

d) die 8·4 m langen Schwellenträger, welche auf die bereits versetzten Querträger aufgelegt wurden und 4·2 m frei über dieselben hinausragten. Dieselben wurden mit den Querträgern verschraubt und auf diese Weise vor dem Umkippen gesichert. Sodann gelangte ein provisorischer Oberbau zur Verlegung, welcher aus 5 m langen Querschwellen aus weichem Holze und den definitiven Bahnschienen bestand. Ein auf den Querschwellen aufgelegter Bretterbelag gab die nöthige Arbeitsbühne für die Aufstellung der beiden Obergurte. Der provisorische Oberbau wurde längs der ganzen Brücke entsprechend dem Fortschritte der Aufstellungsarbeiten vorgelegt, und war die Lieferung und das Legen desselben Sache der ausführenden Brückenbau firma. Der Kostenaufwand hiefür bei ca. 255 m Länge betrug 520 fl.;

e) die beiden Obergurte;

der Krahn rückte nun in Stellung *III* vor, und gelangten

f) die beiden Vertikalen *V*, sammt dem Querträger, dem Andreaskreuz und dem Querriegel zur Aufstellung.

Hiemit war das erste Feld des Endfeldes geschlossen und dieser Vorgang wiederholte sich in der gleichen Weise von Feld zu Feld, bis der Mittelpfeiler erreicht wurde.

Zu bemerken ist noch, daß der Krahn in den beiden Stellungen *I* und *II*, bei welchen eine Verankerung während der Arbeit nicht möglich war, durch Auflegen von Gewichten im Ausmaße von 6—7 t vor dem Umkippen ge-

sichert wurde, ein Umstand, der die Arbeiten recht unangenehm beeinflusste. Zu erwähnen ist ferner noch, daß zu meist nur eine Krahnwinde in Verwendung stand, d. h. gleichzeitig nie mehr als ein Konstruktionsglied versetzt wurde. Nur bei der Einbringung von leichten Konstruktionsgliedern (Zwischen-Vertikale, Querträger, Andreaskreuze, Querriegel etc.) konnten beide Krahnwinden gleichzeitig in Arbeit gesetzt werden.

Hinsichtlich des Verhaltens der Gerüste während der Arbeit wäre noch Folgendes anzuführen: Die einzelnen Joche setzten sich sehr ungleichmäßig. Es konnte beobachtet werden, daß die weniger hohen Jochständer sich verhältnismäßig mehr setzten, als die hohen Jochständer, es war daher anfänglich bei den Schraubenwinden ein fortwährendes Heben der Knotenpunkte nothwendig; als diese Winden ihren Dienst versagten, mussten hydraulische Pressen in Anwendung gelangen. Dieser Vorgang war jedoch sehr zeitraubend und musste aufgegeben werden. Anstatt dessen wurden beim weiteren Verlauf der Arbeit die Holzunterlagen am Mittelpfeiler nach Maßgabe der eintretenden Setzungen verringert. Es ist begreiflich, daß auf diese Weise das Endfeld gar bald eine zum Mittelpfeiler abfallende Lage annahm, so daß beim Anlangen am Mittelpfeiler die Stützpunkte daselbst um 20 cm niedriger waren, als jene auf dem Landwiderlager. Das Endfeld musste daher am Mittelpfeiler durch vier hydraulische Pressen um 20 cm gehoben werden.

Diese auf der Piseker Seite gemachte unliebsame Erfahrung wurde nun bei dem Taborer Endfelde, welches erst nach Fertigstellung des Piseker Endfeldes in Angriff genommen wurde, in der Weise verwerthet, daß dieses gleich von Anfang an überhöht angelegt wurde, u. zw. so, daß die Ueberhöhung am Mittelpfeiler 24 cm betragen hat. Nachdem die Setzungsverhältnisse der Jochständer annähernd die gleichen waren wie auf der Piseker Seite, war eine Hebung der ganzen Construction zum Schlusse nicht nothwendig.

Die Montirungsdauer hat für das Piseker Endfeld fünf Wochen und für das Taborer Endfeld nur vier Wochen betragen.

Nun zur Beschreibung der freischwebenden Montirung. (Hiezu Tafel XVIII, Fig. 5—15.)

Freischwebend montirt wurde die ganze 84·4 m weite Mittelöffnung des Viaduktes, die sich aus den beiden Konsolen und dem Mittelträger zusammensetzt. Die Stützen dieser Montirung bildeten, wie schon einmal erwähnt, die durch ihre Eigengewichte als Balance wirkenden bereits aufgestellten Endfelder. Die freischwebende Montirung begann vom Piseker Mittelpfeiler aus, indem zuerst die Untergurtglieder des ersten Konsolfeldes zur Aufstellung gelangten. Der Untergurt jeder Wand besteht aus zwei Theilen und wurde jeder Theil für sich, u. zw. der äußere zuerst eingebracht. Das äußere Untergurtglied wurde auf dem bis zum Mittelpfeiler bereits vorgelegten provisorischen Oberbaue zugeführt, vom Haken des Krahnes *cc* in der Mitte erfasst, und der größeren Sicherheit halber, sowie um rasche Bewegungen des Gliedes in der Luft zu vermeiden, noch von Seilen gehalten, bzw. geführt, welche acht Ar-

beiter handhabten. Die Winde wurde nachgelassen, ebenso die Seile und auf diese Art das Gurtstück langsam heruntergelassen, nicht ohne in der Luft für das Auge eines in der Tiefe von 70 m befindlichen unbetheiligten Beobachters anscheinend gefahrdrohende Schwankungen zu machen. Unten angelangt, wurde das hintere Ende des Gurttheiles von Arbeitern erfasst und am Knotenbleche des Mittelständers mittelst Dornen und Schrauben befestigt. Zwei Arbeiter, welche mit Sicherheitsgürteln versehen waren, hatten nun die Aufgabe, die Hilfsdiagonale, eine provisorische Diagonale, deren Zweck es war, das Untergurtglied und sonstige Gerüste auf kurze Zeit zu tragen und dadurch die Versetzung der Zugdiagonale zu ermöglichen, an das äußerste Untergurtende mittelst einer Vorrichtung zu befestigen.

Diese Hilfsdiagonale ist eine leichte Rundeisenstange von 35 mm Durchmesser; sie besteht aus drei Theilen, die durch zwei Spannmuffen miteinander zu einem Ganzen verbunden werden. Ihre Befestigung an das Untergurtende einerseits, und am Obergurt andererseits geschah mittelst schmiedeisernen, aus Γ -Eisen gebildeten Schuhen, die am einzubringenden Untergurtgliede und am versetzten Obergurtende angebracht wurden; die Details dieses Schuhs sind in der Skizze (Fig. 6 b) ersichtlich gemacht. Der eine Schuh wurde vorerst mit einer Schraube, u. zw. in horizontaler Lage am Untergurtgliede befestigt und war daher um diese drehbar. Zwei Theile der Hilfsdiagonale waren schon, bevor das Untergurtglied herabgelassen wurde, im Schuhe eingeschraubt und ebenfalls in horizontaler Lage mittelst Stricken am Untergurt befestigt. Der dritte Theil der Hilfsdiagonale konnte nach erfolgtem Anschluß des Untergurtgliedes an das Knotenblech mit dem anderen Theile der Hilfsdiagonale durch die Muffe in Zusammenhang gebracht werden. Diese Arbeit wurde in folgender Weise bewirkt: Einer der beiden Arbeiter, ausgerüstet mit Schrauben, Schraubenschlüssel und Hebeisen, hatte sich bis zum äußersten Ende des Untergurtgliedes zu begeben, der andere hatte die Seilverbindung zu lösen, und nun ergriffen beide die Hilfsdiagonale und hoben dieselbe, wobei der Schuh und die Stange selbst eine schiefe Lage annahmen. Ersterer Arbeiter hatte diese schiefe Lage des Schuhs durch Einziehen weiterer Schrauben zu fixiren. Mittelst eines Rollenzuges am Ende der Hilfsdiagonale erfolgte nun die weitere Hebung der Hilfsdiagonale und wurde dieselbe in den am Obergurt befestigten Schuh geschoben, bzw. eingeschraubt. Die Anspannung der Hilfsdiagonale geschah durch die zwei erwähnten Spannmuffen und Schrauben am Ende der Hilfsdiagonale. Diese etwas umständliche und nicht ganz gefahrlose Manipulation der Befestigung der Hilfsdiagonale ist allerdings nicht nachahmungswürdig.

Herr Oberinspektor Huss hatte gelegentlich einer Inspizierung, die im vorgerückten Stadium der Montirung stattfand, diese Vorrichtung auch beanständet und den Auftrag ertheilt, daß für die Folge eine Umänderung in der Weise geschaffen werde, daß das gefährliche Hinausgehen eines Arbeiters zum Untergurtende entbehrlich werde. Durch die in Fig. 6 c skizzierte Anordnung, die über erwähnte Anregung konstruirt wurde, wäre dies ermöglicht

worden; dieselbe kam aber wegen vorgeschrittener Zeit nicht mehr in Verwendung.

Durch das Einziehen der Hilfsdiagonale war nun ein festes Dreieck geschaffen und konnte das Untergurtglied von der Krahnkette befreit werden. In gleicher Weise wurde das äußere Untergurtglied der anderen Tragwand versetzt und die gegenseitige Lage der versetzten äußeren Untergurtglieder durch ein starkes Querholz, sowie durch das Einziehen des ersten Kreuzes des unteren Windverbandes gesichert.

Um eine Bühne für die zunächst folgenden Arbeiten, bzw. für die Monteure und für das nothwendige Werkzeug zu gewinnen, gelangte ein verschiebbares eisernes Gerüste, welches sich auf den äußeren Untergurten mittelst kleinen Laufrädern vorwärts bewegen ließ, zur Anwendung.

Dieses Verschiebgerüste, welches im Folgenden etwas näher beschrieben wird, wurde entsprechend dem Fortschritte der Arbeiten von Feld zu Feld verschoben und derartig durch Ansetzung weiterer Theile verlängert, daß dasselbe schließlich die Länge von 20 m erreichte. Nachdem nun dieserart ein unteres Plateau geschaffen war, wurde die Einbringung der weiteren zum ersten Konsolfelde noch gehörigen Konstruktionsglieder fortgesetzt, u. zw. gelangten zunächst die Zugdiagonalen zur Versetzung.

Durch Anziehen, bzw. Nachlassen der Schrauben an den Enden der Hilfsdiagonale wurden die Nietlöcher der Diagonale an den Anschlüssen mit jenen in den Knotenblechen zum Passen gebracht und erfolgte sodann die Befestigung der Diagonale oben und unten mittelst Dornen und Schrauben, worauf die Hilfsdiagonale beseitigt wurde. Anschließend gelangten, u. zw. noch bei derselben Stellung des Krahnes, der Reihe nach zur Aufstellung: die inneren Untergurtglieder, das zweite Kreuz des unteren Windverbandes, die Druckdiagonalen in zwei Theilen, die beiden Hilfsvertikalen sammt dem Querträger, die beiden Schwellenträger sammt dem provisorischen Oberbaue in diesem Felde und endlich die beiden Obergurtglieder.

Nach Erreichung dieses Stadiums wurde der Krahn auf den soeben aufgestellten Obergurten bis beiläufig zur Mitte des in Aufstellung begriffenen Feldes vorgeschoben, von welcher Stellung aus die beiden Vertikalen, dann der Querträger, die Andreaskreuze und endlich der untere Querriegel zur Versetzung kamen, welches letztere Glied den Schluß des Feldes bildete.

Wie aus dieser Beschreibung zu entnehmen ist, unterschied sich die freischwebende Montirung der Konsolen von der Montirung der Endfelder auf fester Unterlage hinsichtlich der Manipulation der Einbringung der Glieder nur in der abweichenden Art der Aufstellung der Untergurte, indem alle übrigen Glieder bei beiden Montirungen auf die ganz gleiche Art und Weise versetzt wurden.

Bei der freischwebenden Montirung war das Verschiebgerüste berufen, eine wichtige Rolle zu spielen (Tafel XIX). Dasselbe besteht dem Wesen nach aus einem steifen, aus Winkeleisen und Γ -Eisen hergestellten Rahmen, an welchem Lagerstände mit Laufrollen befestigt sind, die auf den äußeren Untergurtwinkeln ruhen. Mittelst dieser Laufrollen,

deren Achsen das ganze Gerüstgewicht zu tragen haben, wird die Vorwärtsbewegung des Gerüsts durch Arbeiter bewirkt. Der eiserne Rahmen trägt den eigentlichen Boden des Vershubgerüsts, welcher aus Querhölzern und auf diese gelegten Dielen besteht.

Diese Querhölzer ragen über den Rahmen beiderseits hervor, so daß hiedurch eine entsprechende Breite des Arbeitsraumes auch zu beiden Seiten der Konstruktion gewonnen wird. Nach außen bilden kräftige Geländer den Abschluß dieses Vershubgerüsts. Das vordere Ende dieses Gerüsts ragt um 1.7 m über die aufgestellten Untergurte vor, um auch vorne die Konstruktion zugänglich zu machen. Es ist deshalb der 5 m lange vordere Theil des Vershubgerüsts mittelst eines eisernen Hängewerkes versteift. Ein seitliches Ausweichen der Laufräder wird durch die Untergurtwinkel, auf welchen dieselben laufen und welche die Führung dieser Räder bilden, verhütet. Zwischen den Laufrädern und den Winkeln am Untergurte, welche Nietköpfe enthalten, sind, um ein Vorwärtsbewegen des Gerüsts zu ermöglichen, 3 cm starke Holzunterlagen eingelegt. Das vollständig fertige Gerüste ruhte auf zehn Laufrädern und waren zu dessen Verschiebung zehn Arbeiter notwendig, die nach Kommando mit Hebeisen an den Rädern arbeiteten.

Nach Vollendung der Konsole begann die Montirung des Mittelträgers. Bei der demselben eigenen Form, die ihn nur als eine Fortsetzung des Konsolenträgers erscheinen lässt, war es wohl sehr naheliegend, ihn auch in der gleichen Weise, d. i. in Fortsetzung der beiden Konsolenarme zu montiren, so daß der Schluß des Mittelträgers in der Mitte der Mittelöffnung zu erfolgen hatte. Bevor ich jedoch die Montirung des Mittelträgers selbst beschreibe, möchte ich mit einigen Worten das Gelenk, d. i. die Auflagerung des Mittelträgers auf den Konsolenden besprechen (Tafel XVII). Der Mittelträger besteht aus vier Feldern von je 8.44 m Länge, hat daher eine freie Stützweite von 33.76 m. Die Lagerung desselben erfolgt in seiner neutralen Achse in der Weise, daß in der halben Höhe der kastenförmig ausgebildeten Endständer der Konsolen Zwischenkonstruktionen mit stählernen Lagerkörpern aufgestellt sind, auf welchen die in der oberen Partie versteiften Endvertikalen des Mittelträgers aufsitzen. Diese Lagerkörper lassen auf einer Seite des Mittelträgers eine Bewegung zu, während auf der anderen Seite durch Ansätze an den Lagerkörpern eine Bewegung des Mittelträgers ausgeschlossen ist. Die Endvertikalen des Mittelträgers haben einen kreuzförmig ausgebildeten Querschnitt und werden von den Endvertikalen der Konsolen eingeschlossen. Die obere, auf Druck beanspruchte Hälfte der Endvertikalen des Mittelträgers ist entsprechend durch Diaphragmen nach vier Seiten versteift, und ermöglichen zwei solche Absteifungen die Auflagerung auf den erwähnten kleinen Lagerkörpern; die untere, auf reinen Zug beanspruchte Hälfte der Endvertikalen besteht bloß aus vier starken Winkelleisen. Durch diese Querschnittsformen der beiden Endvertikalen wurde ermöglicht, daß der Druck, herrührend vom Mittelträger, sich centrirt auf die kleinen Lagerkörper, bzw. centrirt auf die Konsolständer überträgt — ein

charakteristisches Merkmal, wodurch sich diese Auflagerung von anderen ähnlichen Konstruktionen vorthellhaft unterscheidet. Um weiters den Mittelträger vor seitlichen Bewegungen zu sichern, sind die Enden dieses Trägers in der Art ausgebildet, daß die Knotenbleche des Mittelträgers, u. zw. oben und unten in die Ober-, bzw. Untergurte der Konsolen hineinreichen. Zwischen den Knotenblechen der Konsolen und jenen des Mittelträgers sind stählerne Führungsplatten eingelegt, die wohl ein Gleiten des Mittelträgers zulassen, jedoch ein Schlottern desselben verhindern.

Der oben erwähnte Vorgang bei der Montirung des Mittelträgers (Taf. XVIII, Fig. 11—15), der darin besteht, denselben als Fortsetzung der beiden Konsolen aufzustellen, bedingte begreiflicherweise eine vorübergehende Verbindung der Konsolen mit dem Mittelträger, welche insoweit zu wirken hatte, bis der Schluß des Mittelträgers in der Mitte der Mittelöffnung bewerkstelligt war. Nach erfolgtem Schluß des Mittelträgers konnte diese Verbindung wieder gelöst werden, worauf dann erst das Gelenk und der Mittelträger als Einzelträger zur Wirkung gelangten. Diese provisorische Verbindung bestand nun in Folgendem:

Im Obergurte, d. i. dem Zuggurte, wurde die Verbindung der Konsole mit dem Mittelträger durch eine Lamelle in der Breite des Obergurtes und einer Dicke von 9 mm hergestellt. Zur Verbindung waren für jeden Theil je 20 Stück Schrauben à 24 mm Durchmesser in Verwendung. Im Untergurte, d. i. dem Druckgurte, kamen 10 cm starke Schraubenwinden, gelagert zwischen zwei kleinen Konsolen, in Anwendung, welche letztere einerseits am Konsolträger, andererseits am Mittelträger befestigt waren. Zur größeren Sicherheit dienten überdies unten noch schmiedeiserne, 60 mm starke Keile, die zwischen den Untergurten der Konsole und des Mittelträgers eingelegt wurden. Das Eigengewicht zweier angehängter Felder des Mittelträgers sammt dem Gewichte des Krahnes erzeugte im Obergurte, somit auch an den Verbindungsstellen, einen Zug von 37 t, welchen die Lamellen, bzw. die Befestigungsschrauben zu übernehmen hatten. Dies ergab für die Verbindungslamelle eine Beanspruchung von 620 kg per cm². Im Untergurte wurde ein Druck von 37 t erzeugt, welchen die 10 cm starken Schraubenwinden, bzw. die kleinen Konsolen, in letzter Linie deren Anschlußnieten aufzunehmen hatten.

Die Aufstellung eines Endständers der Konsole erfolgte in zwei Theilen; dann gelangte die Zwischenkonstruktion (d. i. ein kastenförmig ausgebildeter, 1 m hoher Träger), an der die kleinen Lagerkörper schon befestigt waren, zur Versetzung und zum Schlusse wurde die Endvertikale des Mittelträgers auch in zwei Theilen, u. zw. zuerst der untere und dann der obere Theil auf den Lagerkörpern aufgestellt. Diese Aufstellung war keine leichte; bis die Lagerung in allen Theilen eine vollkommene war, verging auf beiden Seiten je eine Woche.

Die Aufstellung des ersten Feldes des Mittelträgers war nun folgende: zuerst kam wie früher das äußere Untergurtglied zur Versetzung. Bevor dies aber möglich war, musste oben eine Verbindung beider Ständer durch provisorische Hilfswinkel und eine Lamelle hergestellt

werden, um die vertikale Lage der Endvertikalen des Mittelträgers zu sichern.

Hierauf erfolgte die Einziehung der Hilfsdiagonale, die nun eine ganz besondere Wichtigkeit erlangte, weil sie berufen war, im Vereine mit der vorhin erwähnten oberen Verbindungslamelle beinahe das Gewicht des halben Feldes zu tragen. Das obere Ende der Hilfsdiagonale war natürlich am Obergurt des Konsolträgers befestigt und bildete diese Aufhängestelle, wenn die provisorische Lamelle den ersten festen Punkt vorstellt, den zugehörigen zweiten festen Punkt. Einen dritten Stützpunkt bildete die Auflagerung der Endvertikalen des Mittelträgers selbst. Nachdem beide Hilfsdiagonalen und beiderseits die provisorischen Lamellen befestigt waren, wurde das Verschiebegerüste vorgeschoben, diesmal allerdings mit Schwierigkeiten, da die bis über die Untergurtwinkel reichenden Ständerwinkel der Konsolen der Verschiebung hinderlich waren. Anschließend erfolgte nun die Aufstellung der Schraubenwinden, welche die untere Verbindung zwischen Konsole und Mittelträger herstellten und mittelst welchen durch Anziehen oder Nachlassen auch eine Hebung oder Senkung der Untergurten zu bewirken möglich war. Unter Einem wurde auch die Einbringung der eisernen Keile bewerkstelligt. Nun kamen der Windverband, die Zugdiagonalen, die inneren Untergurtglieder und diesen folgte, noch bei Belassung der Hilfsdiagonalen, die Versetzung der beiden Druckdiagonalen und der anderen Glieder in der früher angeführten Reihenfolge. Vor Einbringung der Obergurte war es natürlich nothwendig, daß die oberen provisorischen Verbindungslamellen sammt den Hilfswinkeln beseitigt wurden; es war daher für die Dauer der Einbringung der Obergurte das ganze Gewicht des Feldes, welches zirka 30 t betrug, nur den Hilfsdiagonalen, den Schraubenwinden und den Keilen überantwortet. Nach beendeter Versetzung der beiden Obergurte wurden die provisorischen Lamellen oben wieder angeschraubt, und zwar über den Obergurt-Lamellen der Konsole und des Mittelträgers, und das erste Feld des Mittelträgers war sonach geschlossen. Nach erfolgtem Schluß des ganzen Mittelträgers in der Mitte wurden die provisorischen Verbindungen oben und unten entfernt.

Die Zeitdauer für die Aufstellung eines Feldes bei der freischwebenden Montirung war sehr verschieden; es wurden einzelne Felder in nur $1\frac{1}{2}$ Tagen fertiggestellt, es gab aber auch Felder, die zur Aufstellung 3—4 Tage benötigten. Die freischwebende Montirung auf der Piseker Seite hatte am 4. September v. J. begonnen, die Mitte der Mittelöffnung wurde am 6. Oktober erreicht, es waren also 32 Tage für 5 Felder nothwendig. Auf der Taborer Seite wurde mit dem ersten Konsolfeld am 1. Oktober v. J. begonnen und am 20. Oktober erfolgte der Schluß in der Mitte der Mittelöffnung, es waren daher auf dieser Seite nur mehr 20 Tage für 5 Felder, also zusammen 52 Tage für die freischwebende Montirung der 84.4 m langen Mittelöffnung nöthig. Die Zahl der bei einem Konsolträger beschäftigt gewesenen Arbeiter hat rund 90 Mann betragen.

Ueber die am Bauplatz geleistete Nietarbeit möchte ich Folgendes anführen: Der ganze eiserne Viadukt enthält rund 329.000 Stück Nieten. Hievon waren in den Werk-

stätten 244.000 Stück hergestellt worden und erübrigten daher zum Schlagen am Bauplatze noch 85.000 Stück, d. i. etwa der vierte Theil der Gesamtzahl. In der Werkstatt wurde vorwiegend mit hydraulischen Nietmaschinen gearbeitet, während am Bauplatz selbst nur Handnietung angewendet wurde. Im Vergleich zur gewöhnlichen Montirungsmethode waren sonach am Bauplatze verhältnismäßig nur wenige Nieten zu schlagen, eine Thatsache, die eine Bedingung, aber auch zugleich ein ausgesprochenes Merkmal der angewandten Montirungsmethode bildet. An einem Konsolträger waren bis zu 9 Nietpartien gleichzeitig beschäftigt gewesen und hat die größte Leistung einer Nietpartie im Tage 200 Stück, hingegen die geringste Leistung 100 Stück Nieten betragen. Diese anscheinend geringen Leistungen erklären sich allerdings, wenn erwogen wird, daß am Bauplatze gerade die schwierigsten Nieten, sowie auch Nieten mit starkem Durchmesser an den Anschlußstellen der Fachwerkglieder zu schlagen waren. Die Nietarbeiten haben mit den Aufstellungsarbeiten selten gleichen Schritt gehalten, wie es im Interesse eines raschen Fortschrittes wünschenswerth gewesen wäre; sie blieben des Oeffteren im Rückstande, und dieser Umstand beeinflusste auch in ungünstiger Weise die Aufstellungsarbeiten, indem es nicht rationell gewesen wäre, weiter vorzubauen, wenn der rückwärtige Theil der Hauptsache nach noch unvernietet gewesen wäre. Die Güte der Nietarbeit ließ anfänglich zu wünschen übrig. Ich erwähne diese Thatsache nur aus dem Grunde, weil sie im Systeme der Arbeitseintheilung der Brückenbauanstalt gelegen ist. In mehreren Brückenwerkstätten werden die Mehrzahl der Nieten auf hydraulischem Wege hergestellt; eine gewisse Anzahl der Arbeiter ist daher der Handnietung zumeist entwöhnt, und da gibt es dann draußen am Bauplatze zu Anfang Noth an geübten Vornietern, Schlägern und Nietwärmern. Folgen dieses Umstandes können sein, daß ungeübte Schläger durch Fehlschläge die Bleche an den Oberflächen verletzen, daß das Schelleisen oft millimetertiefe Einkerbungen in den Konstruktionstheilen erzeugt, daß die Nieten nicht mit der richtigen Hitze versetzt werden etc. Es würde daher mit Rücksicht auf das eben Gesagte gewiß eine allgemeine Befriedigung in Interessentenkreisen hervorrufen, wenn die Brückenbauanstalten sich entschließen würden, auch am Bauplatz die Nietung hauptsächlich auf hydraulischem Wege zu bewirken. Würde außerdem noch das Bohren der Nietlöcher allgemein eingeführt werden, so könnte dann zum großen Theil das zeitraubende und kostspielige Ausreiben der Nietlöcher entfallen, ein Vortheil, der, wie ich glaube, von mehreren Brückenbauanstalten schon reiflich in Erwägung gezogen wird, und sich auch schon aus dem Umstande empfehlen würde, weil die Bedingnisse der Bahngesellschaften in richtiger Würdigung der Sache ohnehin immer strengere werden, und das mit vollem Recht, weil es doch nicht angeht, dem vornehmsten Objekte im Unterbau einer Bahn weniger Beachtung zu schenken, als der Fahrschiene oder gar den Schwellen.

Nach dieser kurzen Einstreuung, welche ich im Interesse des Brückenbaues überhaupt auszusprechen mich gedrungen fühlte, will ich noch jener Gerüstungen Erwähnung

thun, die dem Zwecke des Nietens dienlich waren. In der Ebene der Fahrbahn, d. i. auf dem aus provisorischen Querschwellen und der Bedielung bestehenden Plateau, wurden die Stöße und die Anschlüsse der Fachwerkglieder an den Knotenpunkten in den Obergurten, und zwar an der inneren Seite genietet. Zur Nietung der Stöße in den Untergurten und der Anschlußstellen des Windverbandes, wie überhaupt aller an den Untergurten anschließenden Konstruktionsglieder, diente das untere Verschubgerüste, alle übrigen Nieten wurden mit Hilfe eines auf den Obergurten laufenden Verschubgerüsts (Tafel XIX) geschlagen, welches derart ausgebildet war, daß dasselbe die Zugänglichkeit zu jedem Konstruktionsgliede, in jeder Höhe ermöglichte. Dieses Verschubgerüste war der Hauptsache nach ganz aus Holz hergestellt und hat die beiden Tragwände der Brücke nach außen derart bestrichen, daß es möglich war, in jeder beliebigen Höhe der Tragwand an irgend einer Stelle nieten zu können. Das Gerüst ist, wie der Name sagt, zum Verschieben eingerichtet, was durch sechs kleine Räder, die auf den Obergurten laufen und deren Achsen das ganze Gerüste tragen, bewirkt wird. Dieses Verschubgerüste hatte eine Länge von 12,5 m und reichte 9 m vom Obergurte herunter. An den Vertikalhölzern sind in gewissen Entfernungen aus Winkeleisen hergestellte Haken befestigt, welche die Längshölzer aufnehmen. An geeigneten Stellen der Konstruktion werden nun weitere Langhölzer eingezogen, die im Vereine mit den erstgenannten, und durch daraufgelegte Zwischenhölzer und Dielen, die Bildung von Plateaux ermöglichen, auf welchen die Nietpartien ihre Arbeit verrichten können. Ein seitliches Ausweichen des Gerüsts wurde durch eiserne, an den Lagerstühlen der Laufräder befestigte Führungsklappen an den Außenseiten vermieden. Die drei oberen Querbalken wurden noch durch einen kräftigen Horizontalverband zusammengehalten, und dieserart dem Gerüste mehr Steifigkeit verliehen. Das Vorwärtsbewegen des Verschubgerüsts geschah durch sechs Arbeiter. Vorher mussten selbstverständlich die Zwischenhölzer und die Dielen beseitigt werden. Das soeben besprochene Gerüste, sowie das untere Verschubgerüste haben sich sehr gut bewährt, und sich als besonders zweckmäßig erwiesen. Die Konstruktion der genannten Gerüstungen rührt ebenfalls vom bereits früher genannten Herrn Chef-Ingenieur Franz Prasil in Prag her.

Ueber die Kontrolle der Aufstellungsarbeiten möchte ich Folgendes anführen:

Während der Aufstellungsarbeiten wurde eine fortwährende Kontrolle hinsichtlich der Einhaltung der geraden Achse, sowie der Höhenlage der Felder, namentlich jener der Konsolfelder mittelst eines Universal-Nivellir-Instrumentes geübt. Abweichungen von der geraden Richtung wurden nun wohl gleich im Anfang bei beiden Konsolen konstatiert, waren aber selbst nach Beendigung derselben noch nicht wesentlich, weshalb es sich empfahl, diese Fehler erst nach Schluß des Mittelträgers zu berichtigen. Die konstatierten Abweichungen sind in Fig. 2 auf Tafel XX dargestellt, in welcher die Maße natürlich sehr verzerrt gezeichnet sind. Aus dieser Skizze ist auch die durch die Konsolabweichungen bedingte schiefe Lage des Mittelträgers zu

ersehen. Die Abweichungen der Piseker Konsole rührt nun meines Erachtens davon her, daß in der Werkstätte nicht der gesammte Grundriß der Konsolträgers aufgelegt und zusammengestellt wurde, sondern daß der Grundriß der Konsole unabhängig vom Endfeld, und zwar nur mittelst des letzten Feldes, des Endfeldes, dessen Richtung nun allein maßgebend war, zur Auflegung und Aufstellung gelangte. Daran, daß in der Werkstätte dieser Vorgang eingeschlagen wurde, trägt einestheils der Umstand Schuld, daß wegen Platzmangel der ganze Konsolträger nicht aufgelegt werden konnte, andernteils wegen vorgeschrittener Zeit die Nothwendigkeit entstand, das Endfeld Feld für Feld zum Versandt zu bringen. Es ist wohl klar, daß schon die geringste Abweichung von der durch das Endfeld vorgeschriebenen Richtung hinreicht, um eine merkbare Abschwenkung des Konsolendes herbeizuführen. Ich erwähne hiebei noch des Umstandes, daß die Windkreuze schon vernietet mit den Haftblechen (siehe Tafel XX, Fig. 4) zur Baustelle gelangten, daher die Richtung der Brücke gewissermaßen vorgeschrieben war.

Die Geraderichtung der beiden Konsolen erfolgte, wie schon erwähnt, erst nach Lüftung des Mittelträgers in der Weise, daß zunächst die Windkreuze des unteren Windverbandes der Reihe nach, vom Mittelpfeiler ausgehend, auf einer Seite von den Windhaftblechen gelöst wurden. Nun wurde ein starker Balken im Felde diagonal eingepasst und an einem Ende desselben eine hydraulische Presse eingekellt (Fig. 3). Mit dem Beginne der Arbeit der Presse erfolgte langsam die Verschiebung der ganzen Brückenwand, welche Arbeit so lange fortgesetzt wurde, bis die Verschiebung im Felde 2 mm betragen hat. Die um genanntes Maß nun von einander abweichenden Nietlöcher der Windstreben und der Haftbleche wurden nun im ersten Piseker Konsolfelde, nachdem die ursprünglichen Nietlöcher 24 mm groß waren, auf 26 mm ausgerieben und die beiden Theile sofort mit 26 mm starken Nieten verbunden. Durch die Lüftung, resp. Verschiebung des ersten Konsolfeldes um 2 mm ging das Konsolende schon um das Maß von 12 mm zurück. Dieser Vorgang wiederholte sich nun in allen drei Konsolfeldern und gelangten im zweiten Felde statt 24 mm Nieten solche von 26 mm und im dritten Konsolfelde statt 20 mm Nieten solche von 22 mm Stärke in Verwendung. Auf diese Weise war innerhalb zweier Tagen die Geraderichtung der Piseker Konsole vollständig genau bewirkt. Auf ähnliche Weise, nur im entgegengesetzten Sinne, erfolgte auch die Geraderichtung der Taborer Konsole.

Die Höhenlage der Felder gab beiderseits beim Schlusse in der Mitte zu gar keiner Berichtigung Anlaß. Dieses Resultat wurde auch vorausgesehen, weil eine peinliche Sorgfalt darauf verwendet wurde, sämtliche Auflager an den Widerlagern und auf den Mittelpfeilern in gleiche Höhe zu bekommen; und war einmal diese Bedingung erfüllt, so war auch, eine genaue und gleiche Anarbeitung bei den Konsolen natürlich voraussetzend, beim Schlusse eine Abweichung von der richtigen Höhenlage völlig ausgeschlossen.

Was die Längenverhältnisse der Konsolen und des Mittelträgers betrifft, so haben dieselben wohl von

vornherein zu einigem Zweifel darüber Veranlassung gegeben, ob der Schluß der Brücke in der Mitte ohne irgend welche Differenzen von statten gehen werde. Diese Besorgnisse bestätigten sich nun auch insofern, als der freie Raum für das Schlußfeld um 27 mm kürzer war, als die thatsächliche Länge des Feldes. Diese Differenz hat wie gesagt nicht überrascht, weil man darauf gefasst war und es nur einem glücklichen Zufall hätte zugeschrieben werden müssen, wenn es genau geklappt hätte, umso mehr, als die Entfernung der beiden Mittelpfeiler von Mitte zu Mitte vorher nur auf trigonometrischem Wege zu messen möglich gewesen war. Daß eine derartige Differenz ganz ohne Bedeutung gewesen wäre, wenn die Anschlußknotenbleche und die Konstruktionsglieder des Schlußfeldes nicht schon die Nietlöcher enthalten hätten, brauche ich wohl nicht erst zu erwähnen, dies war nun leider nicht der Fall, und man stand nun vor der Aufgabe, dieses Versehen gut zu machen. Die Behebung dieser Differenz wurde auf folgende Weise bewirkt: Es schien am zweckmäßigsten, den ganzen, 460 t schweren Taborer Konsolträger sammt dem einen angefügten Felde des Mittelträgers in der Richtung gegen Tabor zu verschieben. Bei dieser Verschiebung war jedoch darauf Bedacht zu nehmen, daß der über 58 m hohe Taborer Mittelpfeiler, auf welchem die festen Lager situirt sind, von einem für denselben nachtheiligen Horizontalschub verachont bleibe. Es wurde deshalb vorerst der Konsolträger am Mittelpfeiler von den festen Lagern um 6 mm gelüftet und zwischen Konstruktion und den unter der Konstruktion gestellten acht Schraubenwinden kleine stählerne Walzen eingelegt, so daß bei der folgenden Verschiebung, die von den Widerlagern ausging, am Pfeiler nur rollende Reibung zu überwinden war (Taf. XX, Fig. 5). Am Taborer Landwiderlager, von den beweglichen Lagern aus, erfolgte die Verschiebung mittelst vier hydraulischer Pressen, die in wenig geneigter Lage zwischen Konstruktion und Auflagerquadern zur Aufstellung kamen, auf welche Weise der Konsolträger eine Verschiebung von 22 mm erfuhr (Fig. 6). Diese Verschiebung ging nur sehr langsam von statten, da die hydraulischen Pressen wechselweise versagten — volle zwei Tage waren hiezu nothwendig. Die restlichen 5 mm wurden durch Ausnützung der Temperatur-Differenz, welche zwischen Fröh und Nachmittags + 9° R betrug, gewonnen.

Am 20. Oktober v. J. erfolgte der Schluß der Brücke, ohne daß während der Montirung, die am 1. August ihren Anfang nahm, auch nur ein Unfall vorgekommen wäre. Am 22. Oktober wurde am Bauplatze anlässlich der glücklichen Vollendung eine Festlichkeit begangen, die durch das Erscheinen des Herrn Hofraths Bischoff ausgezeichnet wurde. Bei einem Ausflug zur Brücke, welche in einer reizenden Landschaft gelegen ist und einen herrlichen Ausblick in das Moldauthal gewährt, wird der Besucher zweier auf der Brücke angebrachter Gedenktafeln gewahr, wovon die eine den sinnigen Spruch festhält, welchen Herr Hofrath Bischoff beim Schlagen der symbolisch letzten Niete, mitten im Kreise aller beim Baue betheiligt Gewesenen gesprochen hat, während die andere die von Herrn Ober-Inspektor Huß als Toast beim Bankette gesprochenen Worte enthält. Diese Sprüche lauten:

Vieles Mannes Wissen,
Vieles Mannes Fleiß,
Vieles Mannes Mühe,
Vieles Mannes Schweiß
Schuf dieses Bauwerk
Hoch und hehr
Zu unser aller Ehr'.

Fest auf Fels das Fundament,
Starker Stein und gut Cement,
Eisen zähe, Nietung dicht,
Trau' auf Gott und schwanke nicht.

Durchbiegungen der Konsolträger während der Montirung und die Resultate der Brückentprobe.

Sehr interessant ist der Verfolg der während der Arbeit konstatirten Durchbiegungen an einem Konsolträger, herrührend vom Eigengewichte desselben, sowie der durch die Verkehrslast erzeugten Durchbiegungen. Die Beobachtungen ergeben fast genaue Uebereinstimmung mit der Rechnung, was als Beweis für die gute Anarbeitung der Brücke angesehen werden kann. Auf Tafel XX sind die bei den verschiedenen Arbeitsstadien durch Nivellement bestimmten Durchbiegungen eines Konsolträgers zusammengestellt; aus demselben ist zunächst zu ersehen, daß das Endfeld von 84.4 m Stützweite eine Sprengung von 3 cm in der Werkstätte und auch bei der Aufstellung erhalten hat. Es entspricht dies einem Verhältniß von $\frac{1}{2800}$ der Stützweite, während Brückenträgern in der Regel eine Sprengung von $\frac{1}{1000}$ zukömmt. Die Ursache, warum hier eine Ausnahme von der Regel gemacht wurde, ist in dem Bestreben gelegen gewesen, die Schwellenträger, die innerhalb eines Konsolträgers als kontinuierliche Träger hergestellt sind, nach der Durchbiegung der Tragwände durch das Eigengewicht womöglich in eine von der Horizontalen nur wenig abweichende Höhenlage zu bekommen. Nach Beendigung der Montirung eines Endfeldes, welches einen Einzelträger vorstellte, wurde dasselbe sofort von den Unterlagen und Winden in den Knotenpunkten befreit und der Einwirkung seiner eigenen Last überlassen. Die konstatirte Durchbiegung in der Trägermitte hat 51 mm, bzw. 49 mm betragen. Die Sprengung wurde daher um das Maß von 21 mm, bzw. 19 mm überschritten, daher das Endfeld nunmehr eine Einsattlung im Ausmaße der letztgenannten Zahlen aufwies. Nun wurden der Reihe nach die Konsolfelder angebaut, wozu bemerkt wird, daß die Konsole in der Werkstätte ohne Sprengung angelegt wurde.

Durch ein Nivellement, das nach Aufstellung jedes einzelnen Konsolfeldes gemacht wurde, ergab sich, daß das jeweilige Konsolfeld eine Hebung erfahren hat und daß nach Fertigstellung der Konsole das Ende derselben eine Gesamthebung von 19, bzw. 23 mm erfahren, daß hingegen die Einsattlung des Endfeldes sich sukzessive verringerte und im erwähnten Stadium nur mehr 8, bzw. 10 mm betragen hat. Nach Anfügung der zwei Felder des Mittelträgers senkte sich nun das Konsolfeld, so zwar, daß dasselbe nur mehr eine Hebung von 4, bzw. 5 mm zeigte. Die Einsattlung im Endfelde jedoch verschwand fast gänzlich, so daß die beiden Gurten des Endfeldes annähernd horizontale Linien bildeten. Ganz ähnliche Verhältnisse konnten auch am Taborer Konsolträger konstatirt werden. Der kurze Mittelträger wies wegen seiner großen Höhe nur eine Durchbiegung von 4 mm durch das Eigengewicht auf.

Bei der behördlichen Brückenprobe, wobei nur die Durchbiegungen, durch die Verkehrslast erzeugt, in Betracht kamen, wurden folgende Resultate gewonnen: Die Erprobung erfolgte in drei Abtheilungen, und zwar umfasste dieselbe die Erprobung:

1. des Taborer Konsolträgers,
2. des Mittelträgers und
3. des Piseker Konsolträgers.

Für je einen Konsolträger waren zwei Belastungsfälle maßgebend, u. zw.:

a) der ungünstigste Belastungsfall für das Endfeld, welcher sich auf die totale Belastung dieses Endfeldes allein bezog, und

b) der ungünstigste Belastungsfall der Konsole, wonach bloß die Konsole und der Mittelträger total mit Verkehrslast zu bedecken waren.

Die auf die beiden Belastungsfälle bezug habenden Resultate sind in der Tafel sammt den Durchbiegungslinien selbst zusammengestellt.

Die Gesamtbewegung des Konsolendes im vertikalen Sinne hat demnach infolge der beiden Belastungsfälle 10 cm betragen.

Hinsichtlich der Erprobung selbst ist noch anzuführen, daß dieselbe mittelst vier Stück der schwersten Lastzuglokomotiven (Vierkuppler, Maximalachsendruck 14.1 t), die

zusammen ein Gewicht von 340 t repräsentiren, vorgenommen wurde.

Die Ablesungen der Durchbiegungen erfolgten mittelst acht Stück Universal-Instrumenten, wovon sechs Stück jeweils für die Beobachtung eines Konsolträgers auf einem Mittelpfeiler postirt waren.

Zum Schlusse meiner Mittheilungen sei noch der Leistungen Derjenigen gedacht, welche durch ihre rastlose und mühsame Arbeit mitgeholfen haben zum glücklichen Gelingen des Baues — ich meine die beim Baue beschäftigt gewesenen Arbeiter. Es gewährte mir oft genug keine kleine Freude, wenn ich bewundern konnte, mit welcher Liebe und Lust, mit welchem Feuereifer für die Sache die große Mehrzahl der Arbeiter am Werke waren, und man kann die volle, rückhaltlose Anerkennung Denjenigen nicht versagen, die durch ihr einmüthiges Zusammenwirken zum nicht geringen Theil ermöglichten, daß das Bauwerk in einer so allgemein befriedigenden Weise zum Abschluß gebracht werden konnte.

Bemerkung. Ergänzende Daten über das Brückengewicht, sowie über die Anlage der beiden Mittelpfeiler und über die Kosten der Konstruktion und der Mauerwerksanlage finden sich in der von Herrn Ober-Inspektor Huß in der „Wochenschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereines“ Nr. 31 vom 2. August 1889 gegebenen Mittheilung, sowie in einem von Herrn Professor Melan in Brunn im „Centralblatt der Bauverwaltung“, X. Jahrgang, Nr. 9, vom 1. März 1890 publizirten Artikel.

Steighöhe springender Strahlen.

Von Wilhelm Vodička, beh. aut. Bau- und Kultur-Ingenieur.

Die theoretische Steighöhe, zu welcher sich ein vertikaler Strahl aus einer Mündung f erheben sollte, ist ausgedrückt durch $Z = \frac{c^2}{2g}$, wobei die Austrittsgeschwindigkeit $c = \frac{vF}{\mu f}$, wenn v die Geschwindigkeit ist, mit welcher sich das Wasser in einer Röhrenleitung vom Querschnitte F bewegt; dann ist auch $Z = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{F}{\mu f} \right)^2$.

Diese Höhe wird jedoch nicht erreicht infolge des Widerstandes, welchen die Luft und die zurückfallenden Wassertheilchen dem aufsteigenden Strahle entgegensetzen.

Die ausführlichsten und genauesten Versuche über die Steighöhe springender Strahlen sind von Weisbach gemacht worden. Dieselben wurden jedoch nur für Druckhöhen bis zu 21 m und für Mündungsweiten bis zu 25 mm angestellt und hebt Weisbach ausdrücklich hervor, daß zu einer genaueren Erforschung der Gesetze über die Steighöhe springender Strahlen Versuche für größere Druckhöhen und Strahldicken noch unbedingt nothwendig sind.

Weisbach hat als Ergebnis seiner Versuche folgende Grundsätze aufgestellt:

1. Der Widerstand der Luft ist bei kleinen Ausflusgeschwindigkeiten von 1.5—7.5 m so klein, daß hier die Sprunghöhe fast ganz der Geschwindigkeitshöhe des ausströmenden Wassers gleich gesetzt werden kann.

2. Die Steighöhe wächst nicht in einem Verhältnisse mit der Druckhöhe h ; es lässt sich jedoch innerhalb gewisser Grenzen, namentlich wenn h nicht groß ist, setzen

$$Z = \frac{h}{\alpha + \beta h + \gamma h^2}.$$

3. Bei gleicher Druckhöhe wächst die Steighöhe mit der Dicke des Strahles. Der Widerstand der Luft ist bei dicken Strahlen kleiner als bei dünnen; große Steighöhen erfordern daher nicht allein große Druckhöhen, sondern auch große Strahldicken.

4. Unter gleichen Verhältnissen springen die Wasserstrahlen mit kreisförmigem Querschnitt höher, als die aus quadratischen und anders geformten Mündungen.

Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, an der Hochdruckleitung von Wilten eine Reihe von diesbezüglichen Versuchen zu machen, welche die angeführten Grundsätze zum Theile bestätigen, zum Theile ergänzen, sowie neue Gesichtspunkte in das Wesen der Gesetze der springenden Strahlen eröffnen und daher einer Berichterstattung werth erscheinen.

Die Versuche wurden in folgender Weise gemacht: An einen Hydranten der Wasserleitung wurde ein zweiarbiges, 50 mm weites Standrohr aufgesetzt; an den einen Arm wurde ein ausprobiertes Manometer angeschraubt und an den zweiten Arm ein Hanfschlauch von 1 m Länge und 50 mm Weite befestigt, woran sich ein gewöhnliches armirtes Strahlrohr von 480 mm Länge, 50 mm unterer und 34 mm oberer Weite anschloss.

An dieses Strahlrohr wurden die verschiedenen konoidisch geformten, 75 mm langen Mundstücke angeschraubt; die 34 mm weite Mündung ergab das Strahlrohr allein, während die 50 mm Mündungsweite der Schlauchschluss selbst war.

Indem nun das Strahlrohr an einem eingesetzten Pfahl senkrecht in die Höhe gehalten wurde, sind seitlich mit einem Theodolith die Höhenwinkel abgelesen und daraus die Steighöhen berechnet worden, während gleichzeitig die Beobachtung und Notirung des Manometerstandes geschah.

Es muss bemerkt werden, daß an der besagten Hochdruckleitung selbst bei der stärksten Wasserentnahme mit einer 50 mm weiten Mündung immer noch ein Druck von 4 Atmosphären verblieb; der größte erreichte Druck betrug 6.3 Atmosphären. Kleinere Drucke wurden dadurch erreicht, daß mittelst des Hydranten der Wasserzulauf entsprechend herabgemindert wurde, und konnten auf diese Weise Messungen bei 1, 2.6, 3.6 und 4.6 Atmosphären gemacht werden.

Die beobachteten Steighöhen für kleine Druckhöhen, bis zu welchen auch solche von Weisbach gemacht

wurden, ergaben namhaft kleinere Resultate. Hiemit sollen nicht etwa die Versuchsergebnisse Weisbach's berichtigt werden, denn was Präzision betrifft, so lassen sich die gemachten Versuche mit denen Weisbach's nicht vergleichen. Es hat dieser Umstand hauptsächlich darin seinen Grund, daß der Auslauf nicht unwandelbar fix stand, sondern durch das bloße Anhalten an dem eingesetzten Pfahle ein fortwährendes Vibriren des Strahlrohres und kleine Verschiebungen des Auslaufes sich ergaben. Hiedurch wurde die freie Ausbildung des Strahles beeinträchtigt, indem immer neue Luftschichten durchbrochen werden mussten und außerdem der aufsteigende Strahl durch die niederfallenden Wassertheilchen mehr getroffen wurde. In der Praxis, z. B. beim Feuerlöschwesen, kommt jedoch immer ein ähnlicher Fall vor.

Nachdem die Versuche alle unter denselben Verhältnissen gemacht wurden, so gestatten sie als Ganzes für sich eine Beurtheilung der Grundsätze über die Steighöhe springender Strahlen.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der gemachten Messungen:

Weite der Mündung mm	Steighöhe in Metern bei Drucken in Atmosphären von																			Zeichen in Fig. 1
	1	2.6	3.6	4	4.2	4.5	4.6	4.7	4.8	5	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6	6.3	
10	6.85	11.81	14.81				18.41	24.5									22.5	21.4	23.8	○
14	7.19	14.81	17.18				21.40							27.3	28.7	26.3		26.07		×
16	7.89	16.38	20.09				26.07				28.3	26.7				27.58				□
18	7.36	17.59	21.44			28.7	26.66			30.5					29.15					*
20	7.19	18.00	22.5		29.2	27.3	27.17 31.6						31.6							△
34	0.5	2.72	6.22				7.7		8.89											☼
50				3.51																⊕

In der Tabelle erblickt man einige sich widersprechende Daten. Es ist dies jedoch in der Natur der Sache gelegen. Mit großer Geschwindigkeit austretende Strahlen werden durch den Luftwiderstand zum Theile zerstäubt, und es ist nicht einfach, die Grenze des noch geschlossenen Strahles zu unterscheiden; zudem bleibt die Höhe des Strahles selbst bei vollkommen ruhiger Luft nicht ganz fix, sondern schwankt auf und ab infolge von Zusammenziehungen des Strahles, mehr oder minderem Zusammenprallen der aufsteigenden mit den niederfallenden Wassertheilchen, und wird dieses Schwanken noch vermehrt, wenn, wie hier, der Auslauf nicht unwandelbar befestigt ist.

Alle diese Fehler sind jedoch nicht so groß, als daß sie nicht gestatten würden, graphisch eine gleichmäßig verlaufende Kurve der Steighöhen einzuzichnen, wie dies in Fig. 1 geschehen ist.

Diese Kurven sind innerhalb der Grenzen der Beobachtungen voll gezogen, darüber hinaus in gleichmäßig

verlaufender Richtung punktirt angedeutet, und zwar nur zur deutlicheren Veranschaulichung der Gesetze.

Man sieht, daß die Steighöhe des 16 mm dicken Strahles diejenige des 14 und 10 mm weiten Strahles übertrifft. Der 18 mm Strahl bleibt für kleine Drucke bis etwa zu 1.3 Atmosphären unter der Steighöhe des 16 mm, während er denselben von da an übertrifft. Desgleichen erreicht der 20 mm Strahl den 18 mm erst bei einem Drucke von etwa 2.4 Atmosphären, während er für kleinere Drucke niedrigere, für größere Drucke höhere Steighöhen liefert als der 18 mm weite Strahl.

Der 34 mm Strahl hat für die beobachteten Druckhöhen bedeutend niedrigere Steighöhen, als alle vorhergehenden; ebenso der 50 mm, und werden dieselben erst bei bedeutend größeren Drücken die vorhergehenden übertreffen.

Um die gesetzmäßige Ausbildung der Kurven darzuthun, sind auch solche von 25 mm, 30 mm und 100 mm dicken Strahlen approximativ eingezeichnet worden.

Der Verlauf der Steighöhenkurven hat im Allgemeinen eine S-förmige Gestalt mit einem konvexen Theil am Anfang, an welchen sich der konkave parabelförmige Ast anschließt. Der konvexe Theil stellt sich bei den engeren

eine kegelförmige Ausbreitung des Strahles nach aufwärts eintreten, was bedeutende Horizontalgeschwindigkeiten und Herabdrückung des Strahles zur Folge hat. Zur Erniedrigung der Steighöhe trägt auch die Zerstäubung der Tropfen viel

Fig. 1.

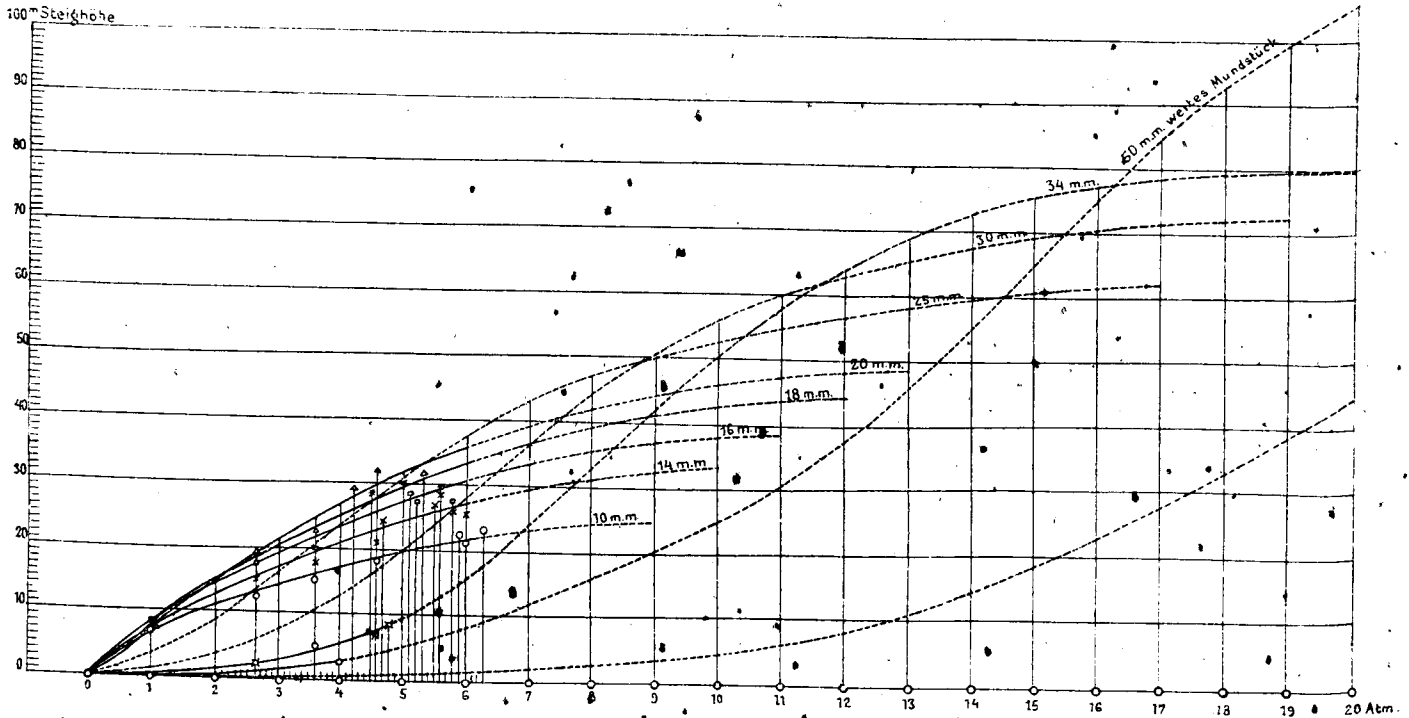
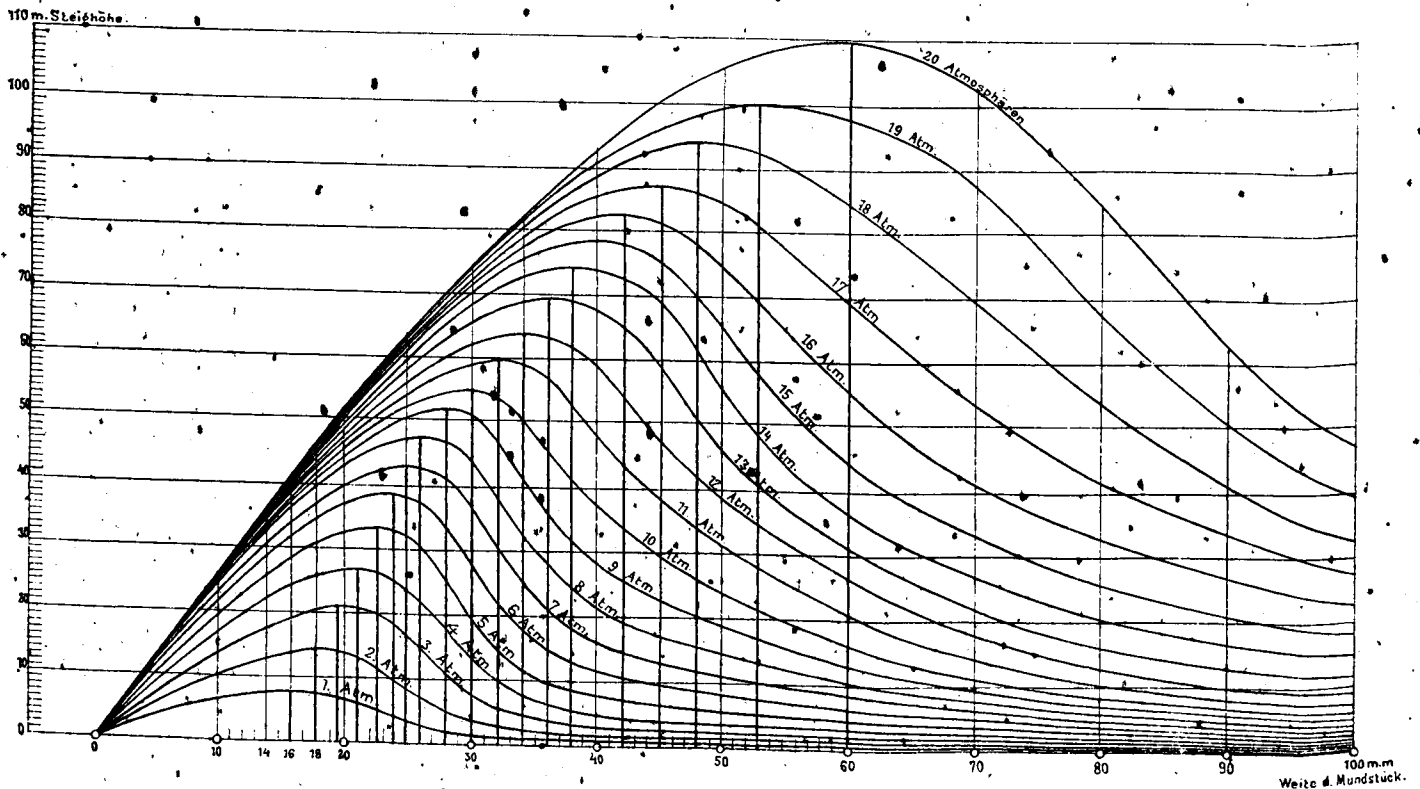


Fig. 2.



Mündungen nicht dar und dürfte nur bei ganz geringen Drücken zum Ausdruck gelangen.

Man sieht, daß die Steighöhe eine komplizierte Funktion der Mündungsweite und der Druckhöhe ist.

Die Einflüsse sind außerordentlich mannigfaltig. Infolge der Schwere, namentlich aber des Luftwiderstandes muss

bei, weil Kapillaritätsarbeit geleistet werden muss; namentlich bei großen Geschwindigkeiten ist dieser Einfluß bedeutend.

Die Form des Mundstückes dürfte besonders bei großen Druckhöhen von bedeutendem Einfluss auf die Höhe des springenden Strahles sein.

Die Luftreibung äußert sich an der Strahlperipherie, während der Kern mehr unberührt bleibt; der Luftwiderstand ist daher bei dicken Strahlen kleiner als bei dünnen.

Der Einfluss der zurückfallenden Wassertheilchen auf den aufsteigenden Strahl dürfte bei dünnen Strahlen, sowie bei großen Drücken nicht von Bedeutung sein; bei dicken Strahlen und geringen Druckhöhen jedoch ist der Einfluss ein bedeutender.

Es hat sich bei den Versuchen ergeben, daß ein geneigter dicker Strahl höher ging, als der senkrechte und ebenso der vertikale im ersten Moment des Aufsteigens, während später der Strahl, gleichsam in sich selbst zusammenstürzend, die Steighöhe bedeutend herabdrückte.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der Steighöhenkurven für 1–20 Atmosphären Druck und für die verschiedenen Mündungsweiten.

innerhalb der Versuchsgrenzen diese günstigen Mündungsweiten nahezu proportional mit dem Drucke wachsen.

In Fig. 3 sind die Ausflussmengen graphisch aufgetragen.

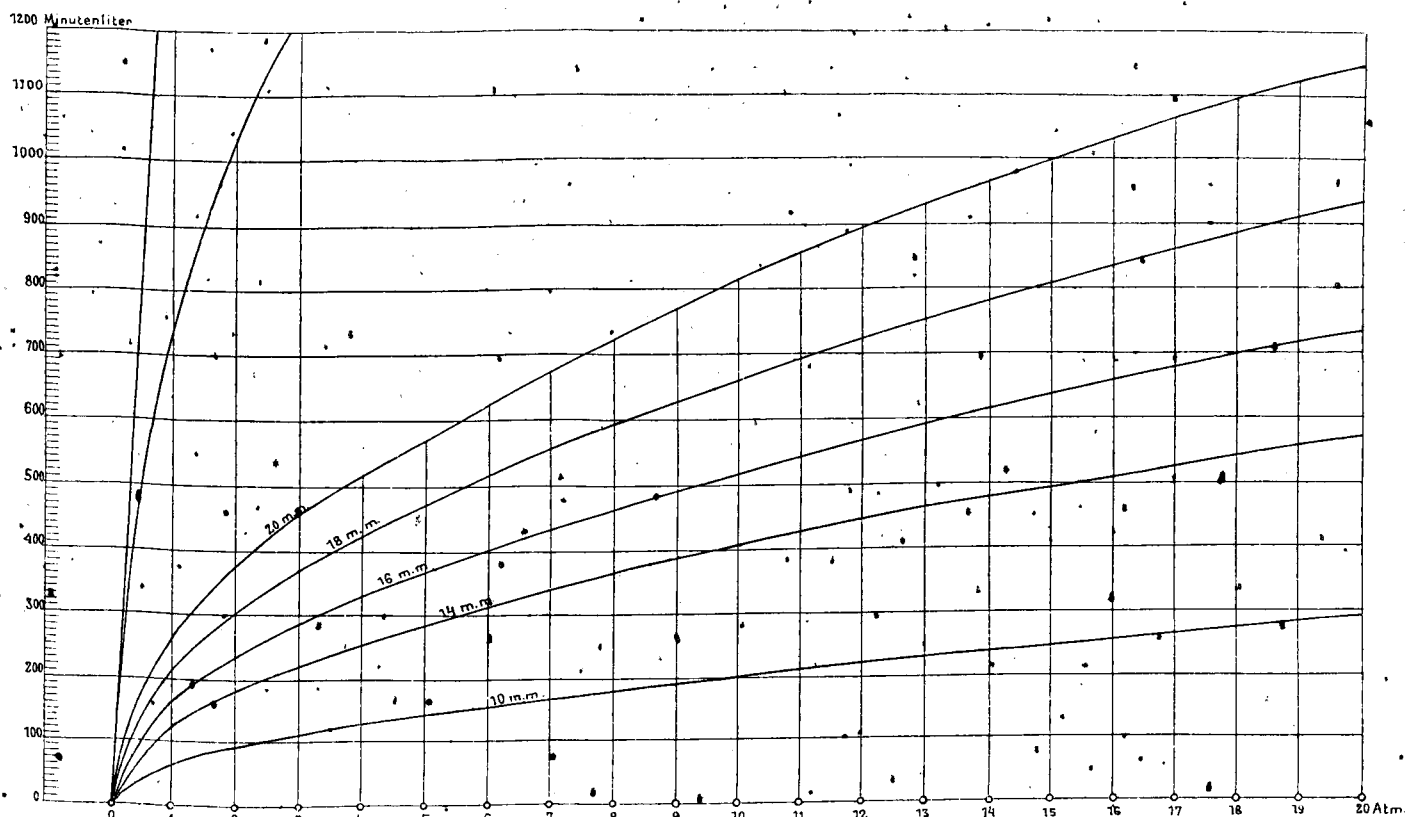
Bei einer großen Anzahl von Versuchen wurde das Wasser direkt gemessen und hat sich ergeben, daß die Wassermenge $Q = \mu f c$, worin $\mu = 0.96$, f der Querschnitt und c die Austrittsgeschwindigkeit $= \sqrt{2gh}$ bedeutet; es ist also auch $Q = 0.96 f \sqrt{2gh}$.

Nach dieser Formel wurden die Wassermengen berechnet und aufgetragen.

Will man die Resultate der Messungen auf einen praktischen Fall, z. B. auf die Untersuchung über die günstigste Strahlhöhe bei der Feuerlöschung, anwenden, so ergibt sich Folgendes:

Mundstücke über 20 mm Weite sind unzuweckmäßig,

Fig. 3.



Die Höhe des springenden Strahles steigt bei demselben Druck mit der Mündungsweite bis zu einer gewissen Grenze und sinkt von da ab ziemlich rapid herunter. Für einen bestimmten Druck gibt also nur eine bestimmte Mündungsweite den höchsten Strahl; im vorliegenden Fall erzeugt die höchste Steighöhe bei

1	Atm.	d. 16 mm Strahl nach Fig. 2...	16 mm berechnet,
2	"	" 18 mm " " " 2...	17.6 mm "
3	"	" 19.5 mm " " " 2...	19.2 mm "
4	"	" 21 mm " " " 2...	20.8 mm "
5	"	" 22.5 mm " " " 2...	22.4 mm "
6	"	" 24 mm " " " 2...	24 mm "

Die geringe Differenz zwischen den aus Fig. 2 entnommenen Mündungsweiten und den daneben geschriebenen, zwischen den Grenzen 16 und 24 proportional ausgeglichenen und berechneten Mündungsweiten beweist, daß

weil dieselben bei kleinen Drücken geringere Steighöhen als dünne Strahlen, bei großen Drücken zu starke, für die Feuerlöschung unpraktische Strahlen liefern und überdies der Gewinn an Steighöhe unbedeutend ist.

Wenn man 500 Minutenliter als die maximale Wassermenge eines Strahles annimmt, so ergibt sich laut Fig. 3, daß der 10 mm dicke Strahl diese Wassermenge überhaupt nicht liefern kann.

Der 14 mm weite Strahl liefert 500 Minutenliter ca. bei 15½ Atm.	
" 16 mm " " " 500 " " " 9⅓ "	
" 18 mm " " " 500 " " " 5¾ "	
" 20 mm " " " 500 " " " 3¾ "	

Hiebei erreicht:

der 14 mm weite Strahl eine Höhe von 26 m	
" 16 mm " " " " " 37½ m	
" 18 mm " " " " " 33 m	
" 20 mm " " " " " 25 m	

So bedeutende Drücke wie in den ersten zwei Fällen kommen in der Praxis nicht vor, und überdies ist der Gewinn an Steighöhe gegenüber dem 18 mm weiten Strahl zu unbedeutend.

Bei einer Maximallieferung des Strahles von 500 Minutenliter ergeben die 20—18 mm weiten Strahlen die praktisch günstigsten Steighöhen, wozu Drücke von 4—6 Atmosphären benöthigt werden.

Die Erscheinungen und Einflüsse, welche bei der Steighöhe eines springenden Strahles in Betracht gezogen werden müssen, sind so mannigfaltiger und komplizirter Art, daß an die Aufstellung einer zutreffenden Theorie kaum gedacht werden kann. Schon die mathematische Formulirung der gewonnenen Beobachtungsergebnisse führt jedenfalls zu komplizirten und schwer zu behandelnden Ausdrücken. In praktischen Fällen kann man innerhalb der Grenzen der gemachten Beobachtungen und für ähnliche Fälle die Steighöhe angenähert genug den beistehenden Figuren entnehmen.

Die dargelegten Versuchsergebnisse bestätigen die Angaben Weisbach's, ergeben aber auch zum Theil neue Gesichtspunkte, so daß die eingangs zitierten Grundsätze über die Steighöhe springender Strahlen sich in folgenden Worten ausdrücken lassen:

1. Der Luftwiderstand wächst mit der Ausflusgeschwindigkeit.

2. Die Steighöhe wächst mit der Druckhöhe in einem komplizirten, für größere Drücke stark abnehmenden Verhältnisse.

3. Die Luftreibung ist bei dicken Strahlen kleiner als bei dünnen; große Steighöhen erfordern daher nicht allein große Druckhöhen, sondern auch größere Strahldicken.

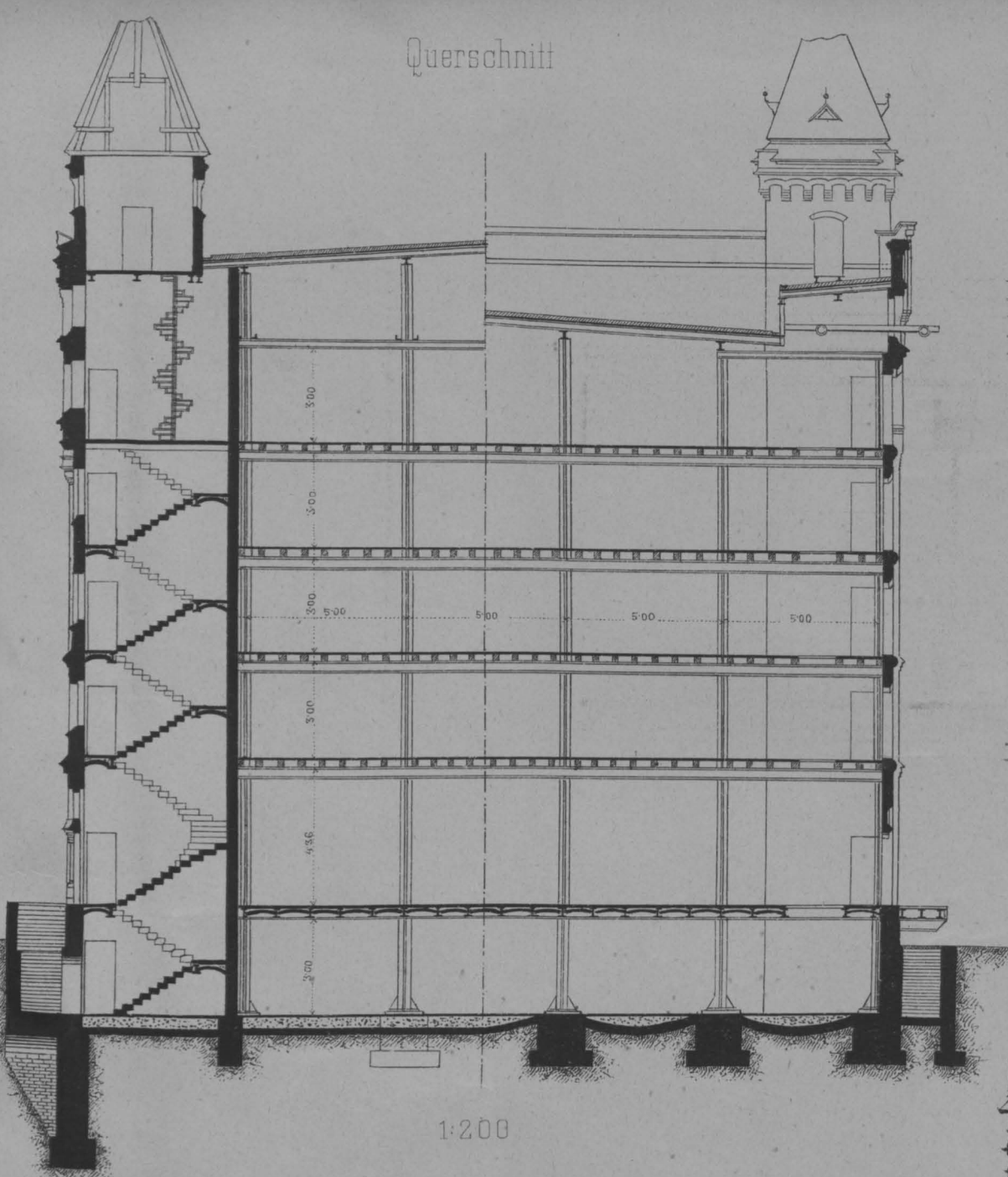
4. Der Einfluss der zurückfallenden Wassertheilchen auf den aufsteigenden Strahl ist bei dünnen Strahlen, sowie bei großen Druckhöhen nicht wesentlich, dagegen bedeutend bei dicken Strahlen und kleinen Drücken.

5. Bei gleicher Druckhöhe wächst die Steighöhe mit der Dicke des Strahles bis zu einer gewissen Grenze, um von da ab ziemlich rapid zu fallen; für einen bestimmten Druck gibt also nur eine bestimmte Mündungsweite den höchsten Effekt, und zwar wachsen die Querschnitte dieser günstigsten Mundstücke im gleichen Verhältnisse mit dem Druck.

6. Unter gleichen Verhältnissen springen die Wasserstrahlen mit kreisförmigem Querschnitt höher als aus quadratischen oder anders geformten Mündungen.

LAGERHAUS IN FRANKFURT a/M

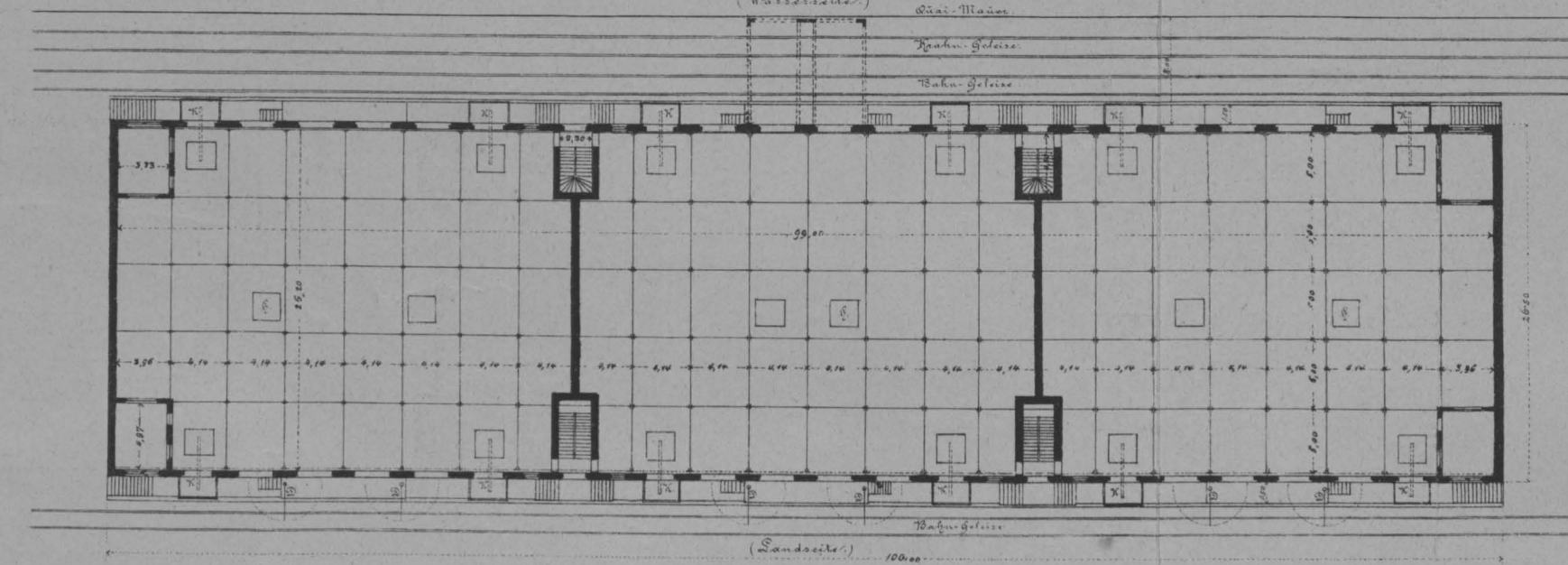
Querschnitt



1:200

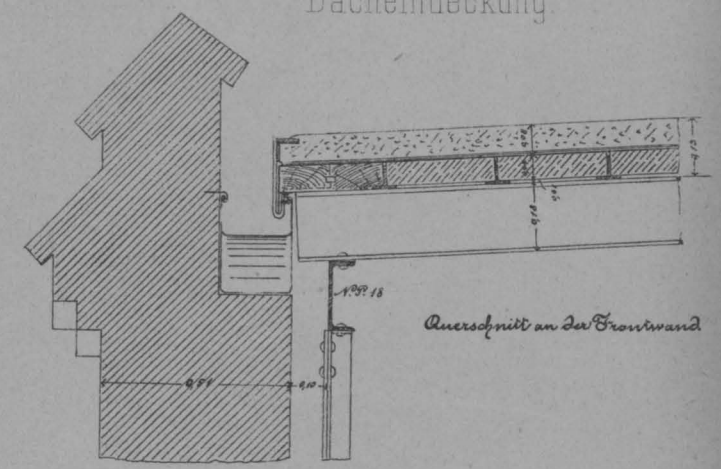
Grundriss vom Parterre

1:500

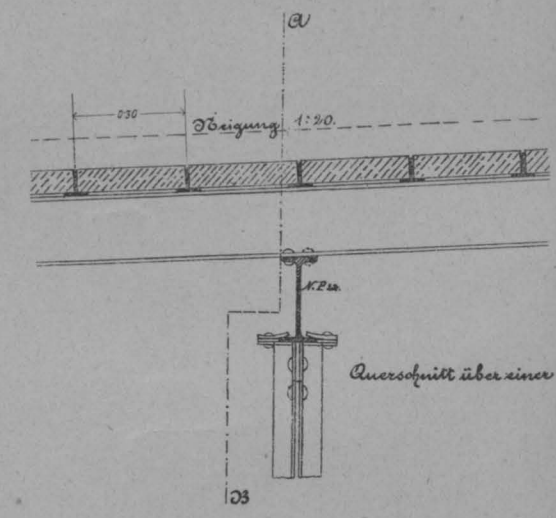


Bei D: Wand - Drehkranne.
" K: Kranbalken.
" H: Hydraulische Aufzüge.

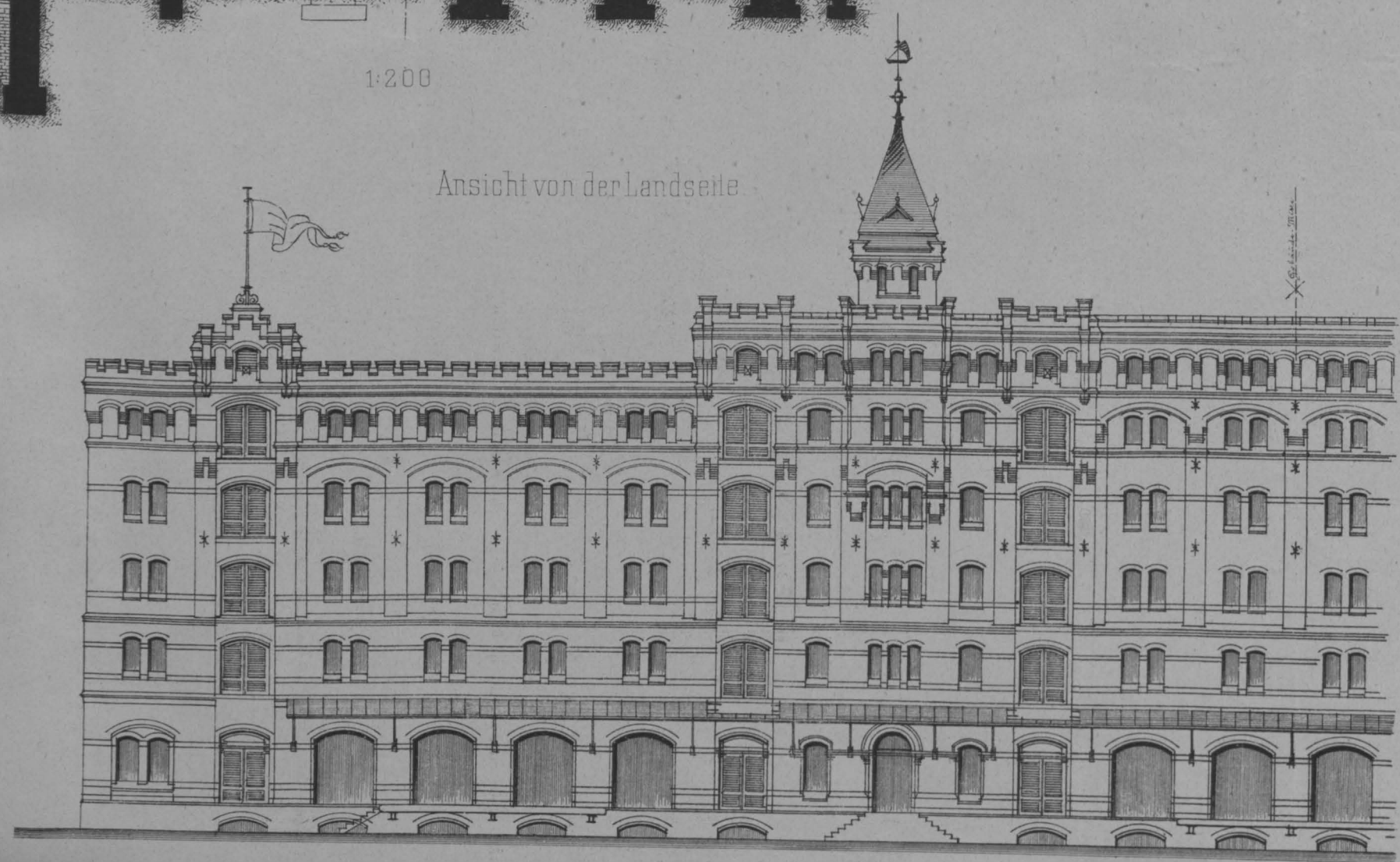
Dacheindeckung



Querschnitt an der Frontwand

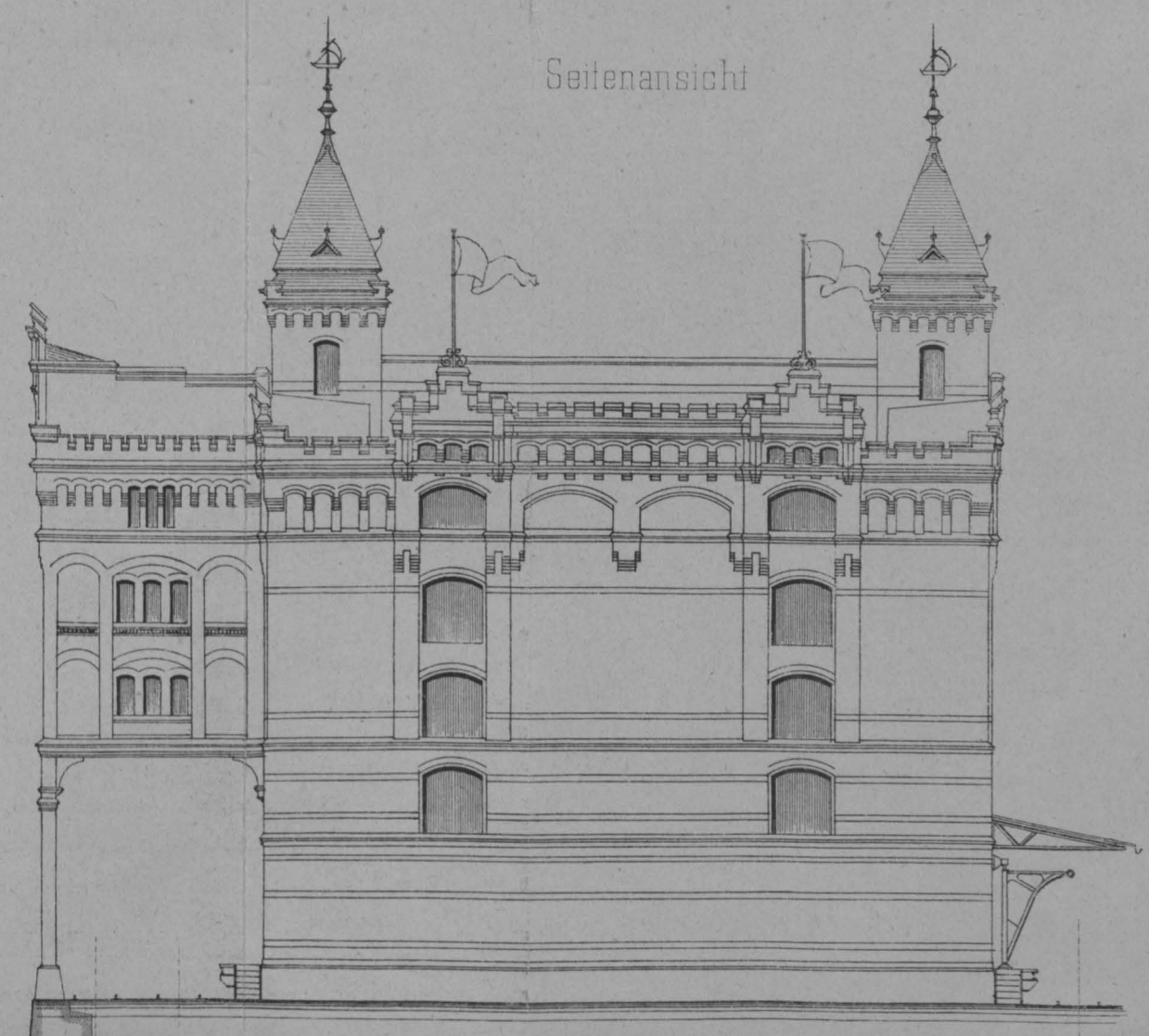


Ansicht von der Landseite



1:250

Seitenansicht



Konstruktion der Säulen.

Säulenquerschnitte

Stock IV.

$$4 \times L 60 \times 60 \times 8$$

Stock III.

$$4 \times L 90 \times 90 \times 9 \frac{1}{2}$$

Stock II.

$$4 \times L 110 \times 110 \times 12 \frac{1}{2}$$

Stock I.

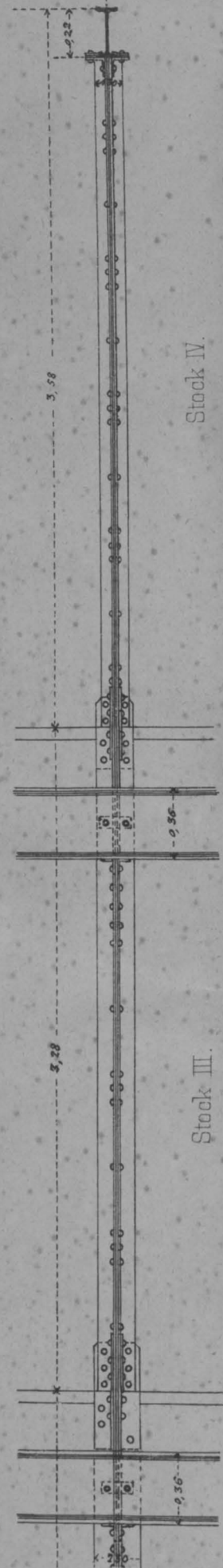
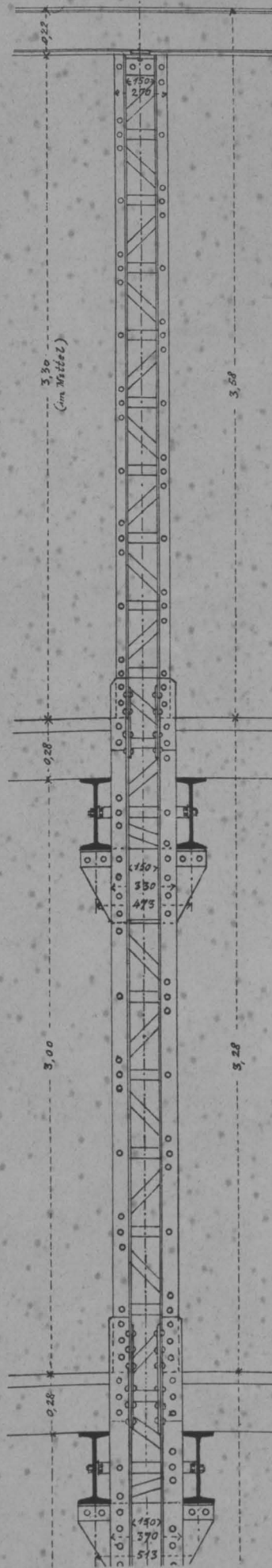
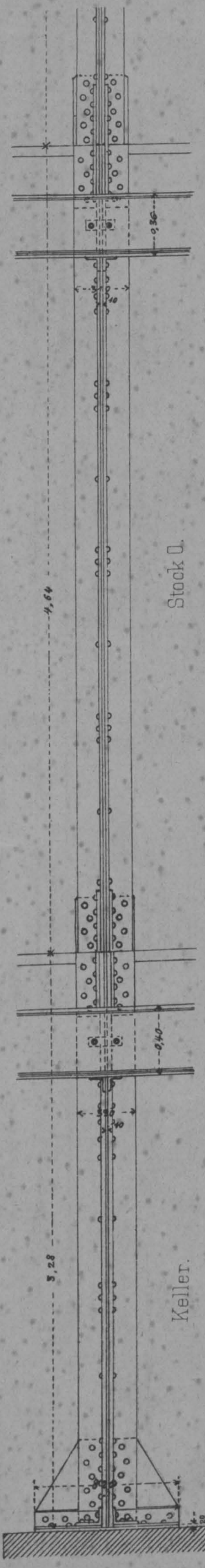
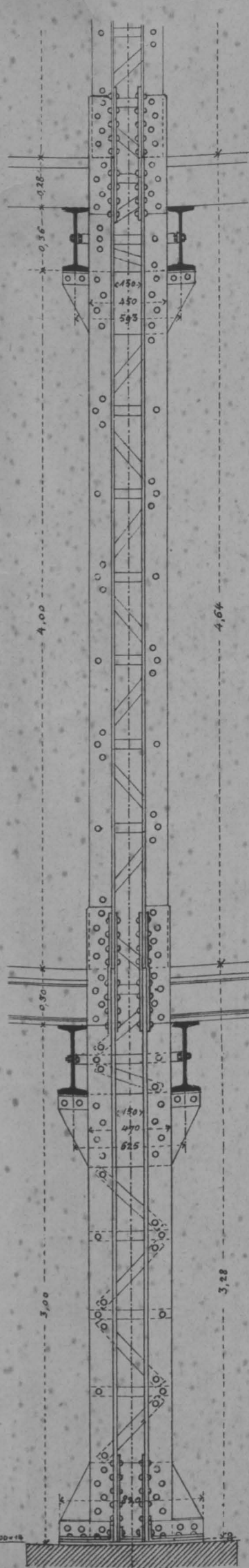
$$4 \times L 150 \times 150 \times 14 \frac{1}{2}$$

Stock 0.

$$4 \times L 150 \times 150 \times 17 \frac{1}{2}$$

Keller

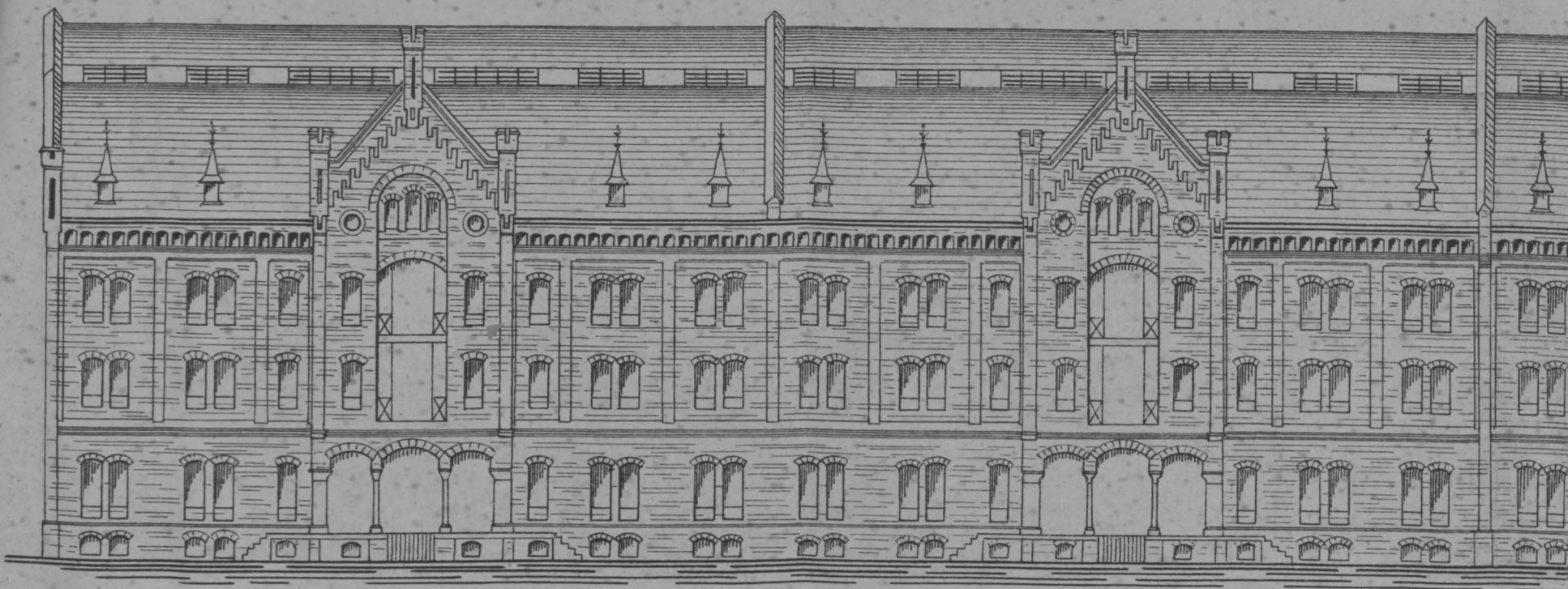
$$4 \times L 160 \times 160 \times 19$$



1:30

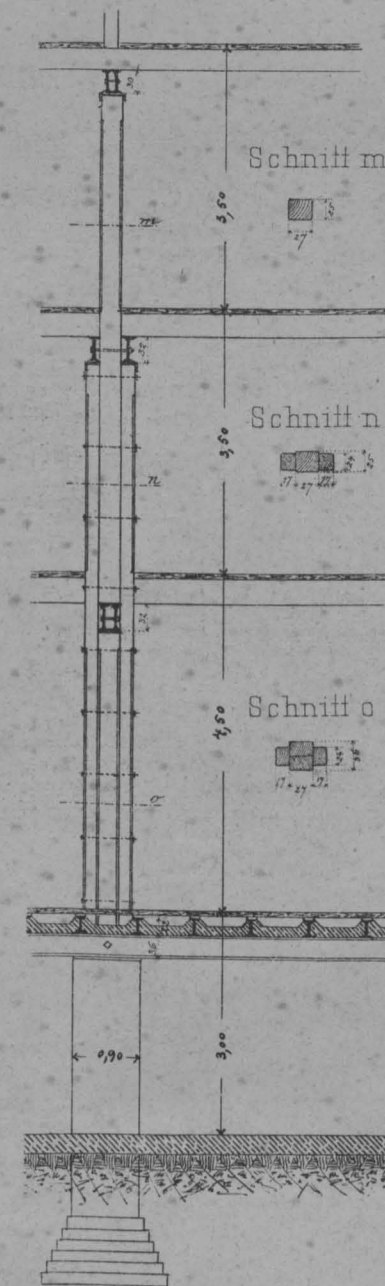
300 Centim.

Vorderansicht.

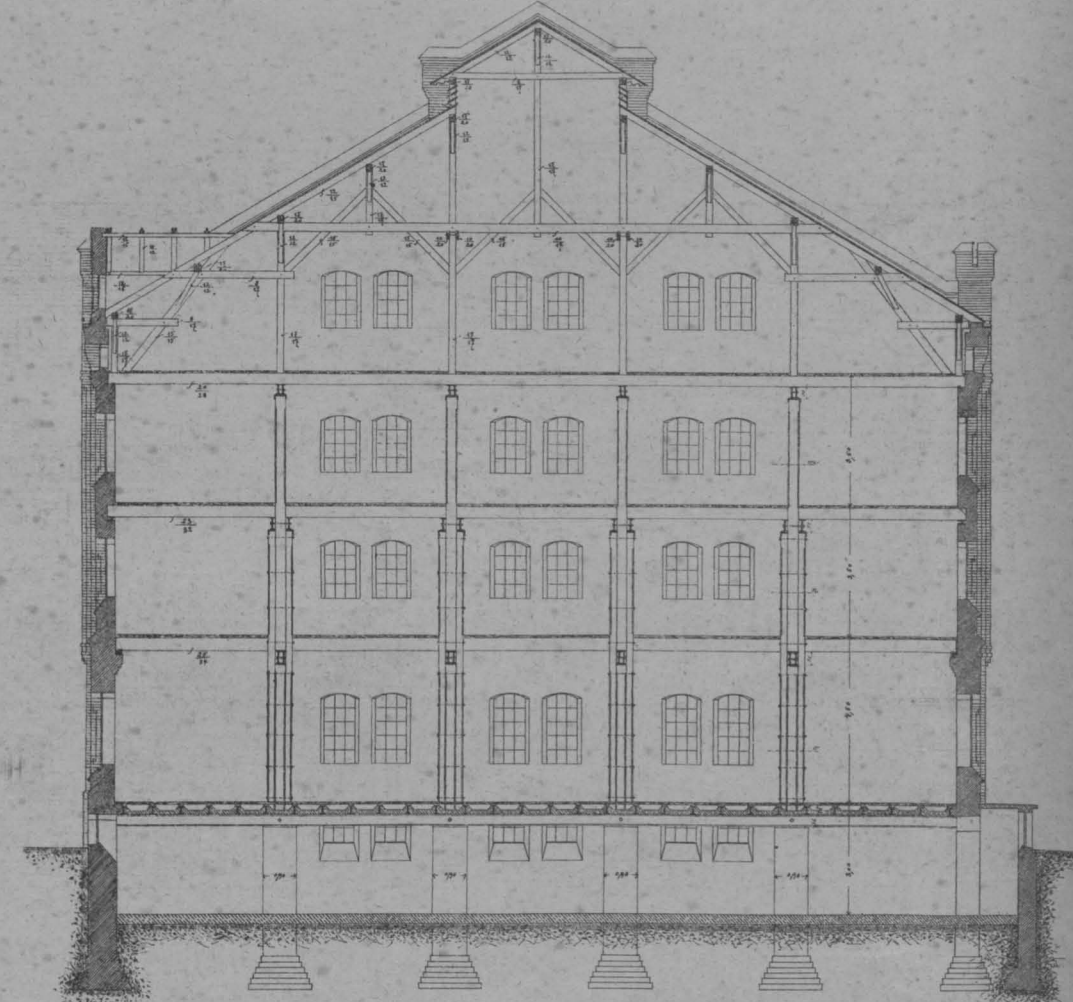


Massstab 1:250.

Detail eines Ständers.

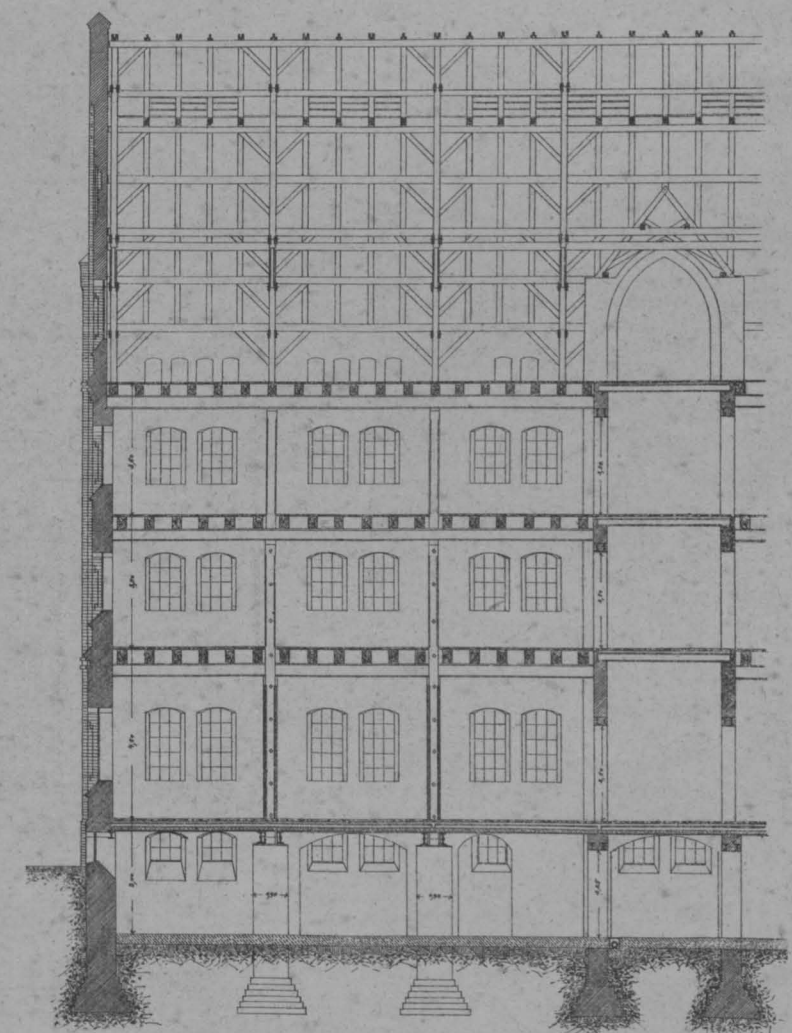


Querschnitt

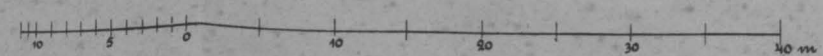
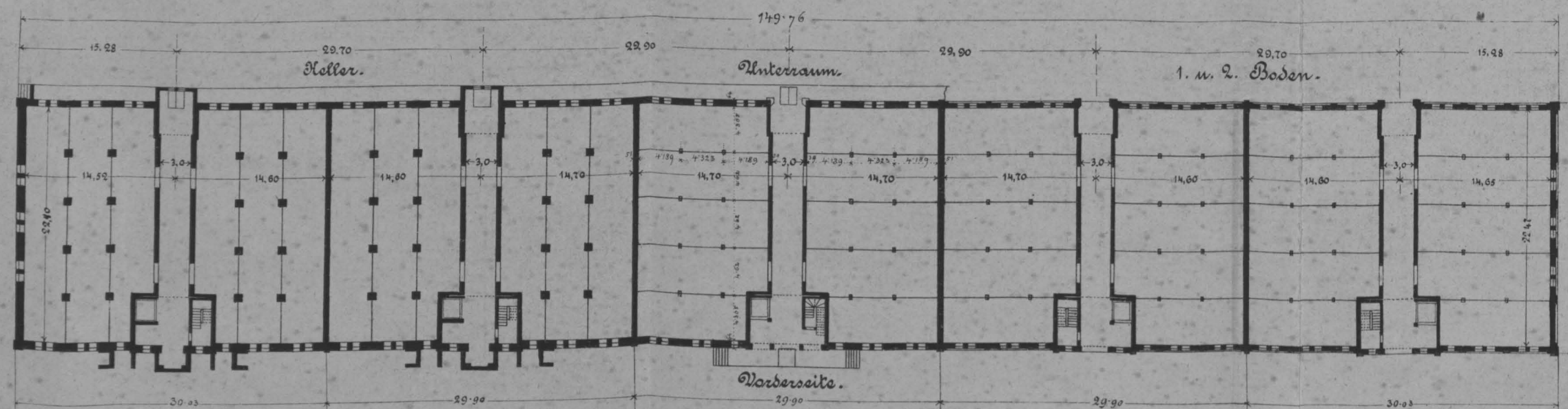


1:200.

Längenschnitt.

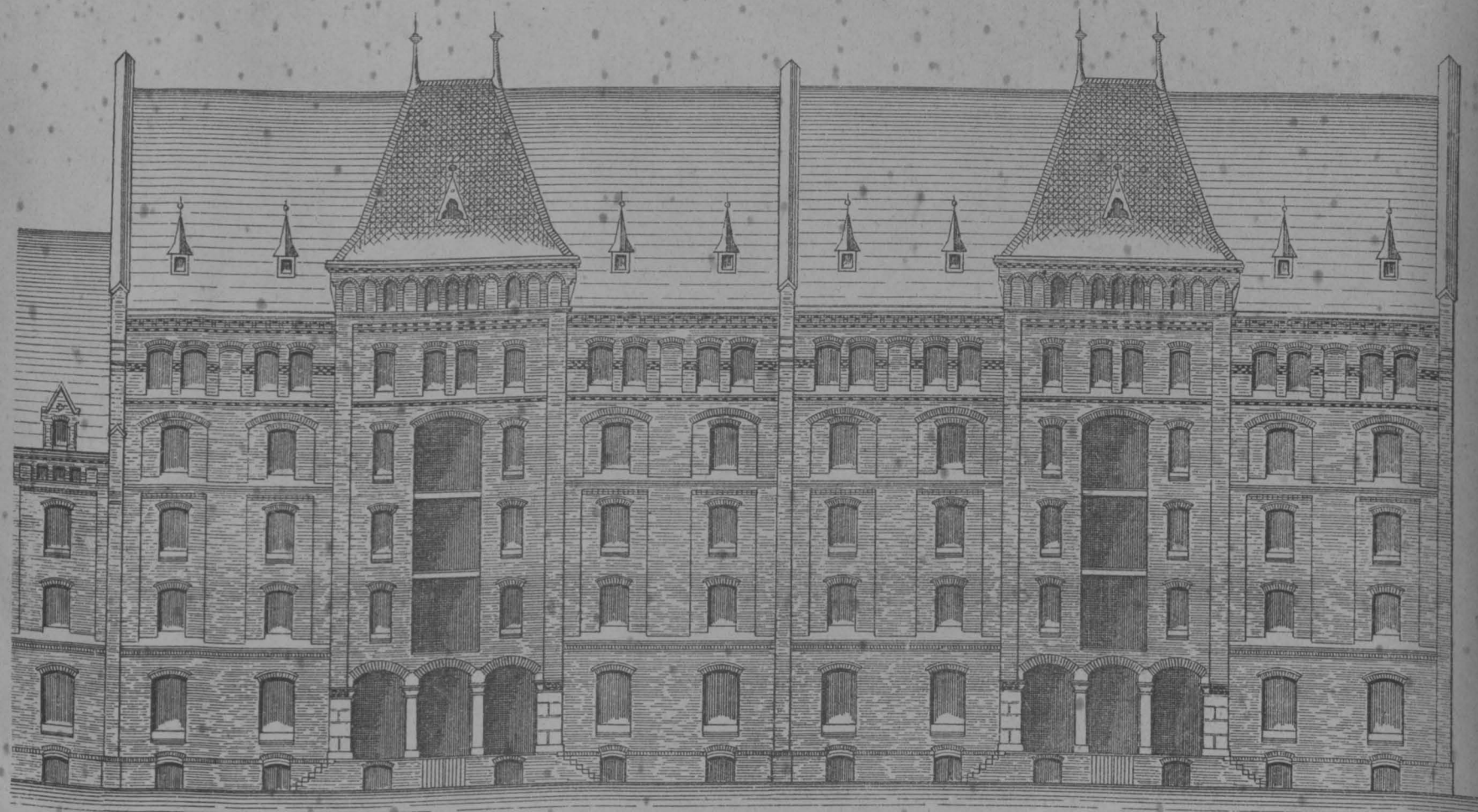


Grundriss.



Maassstab 1:500.

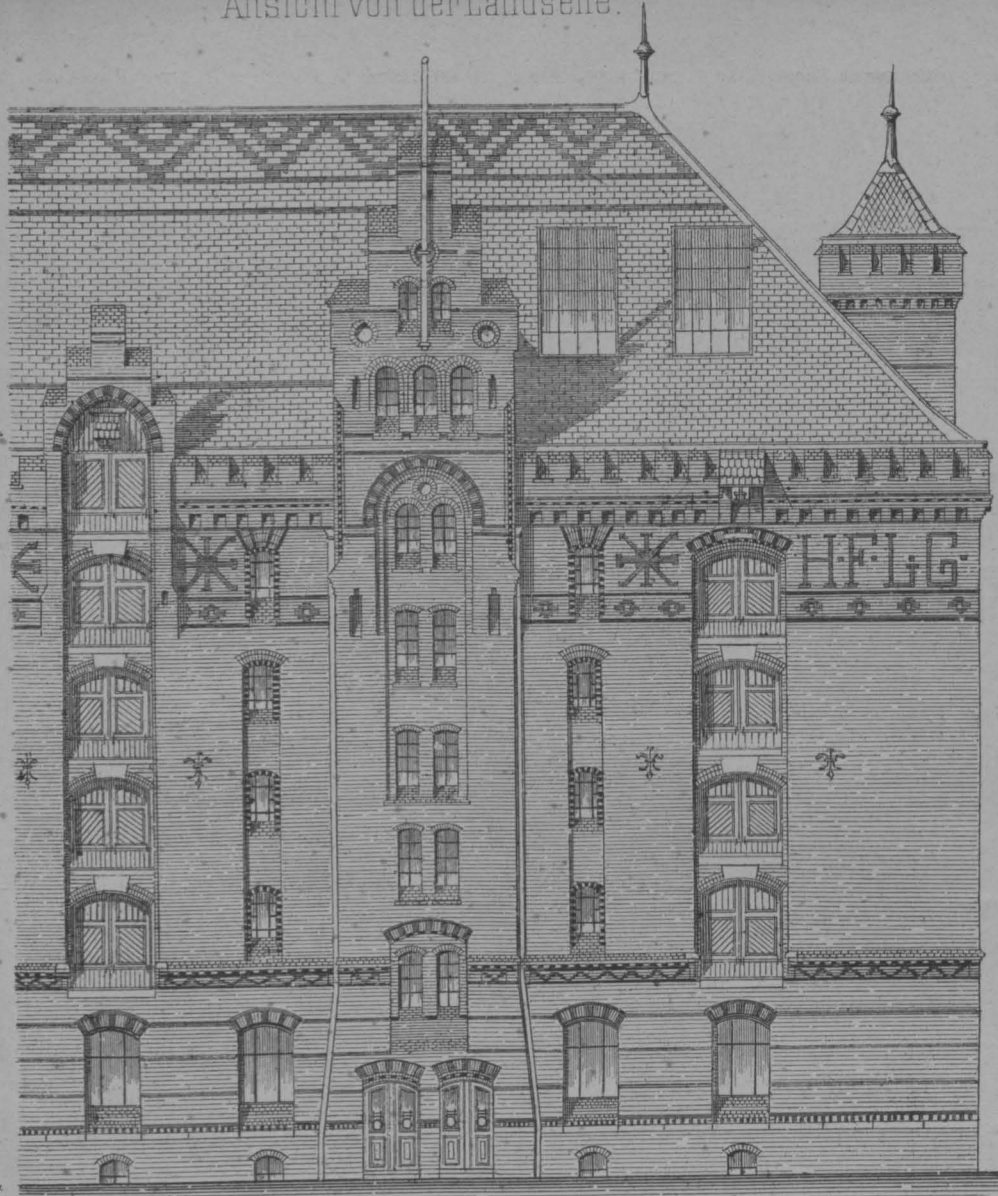
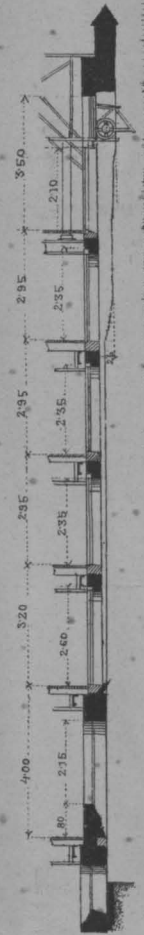
Vorderansicht.



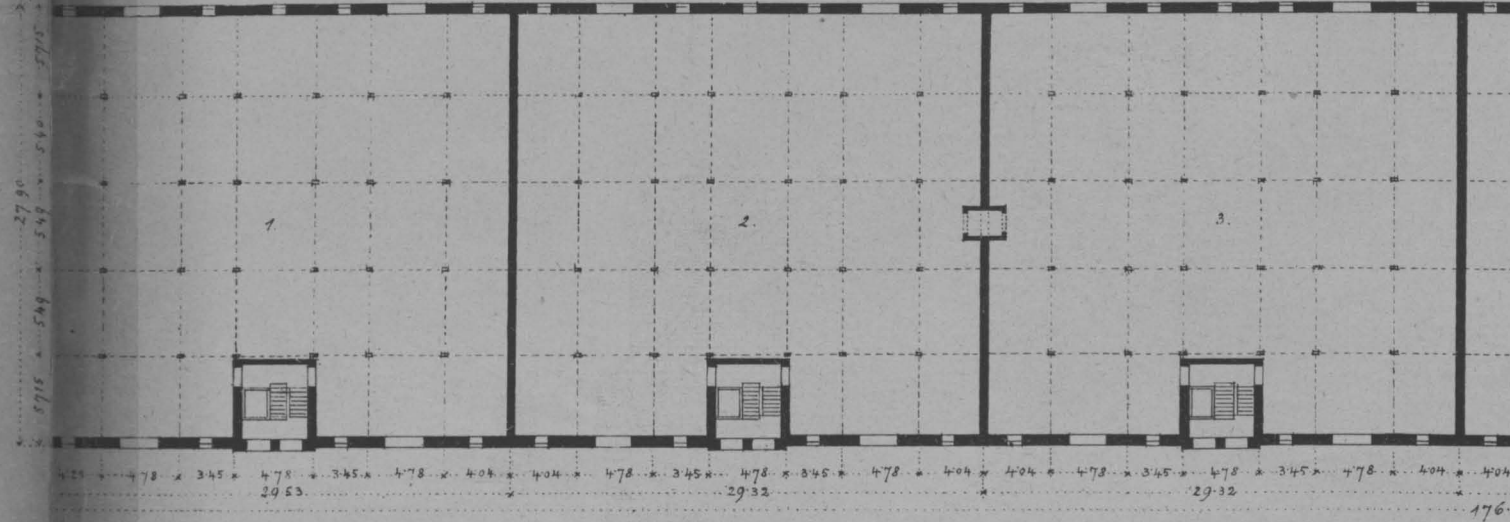
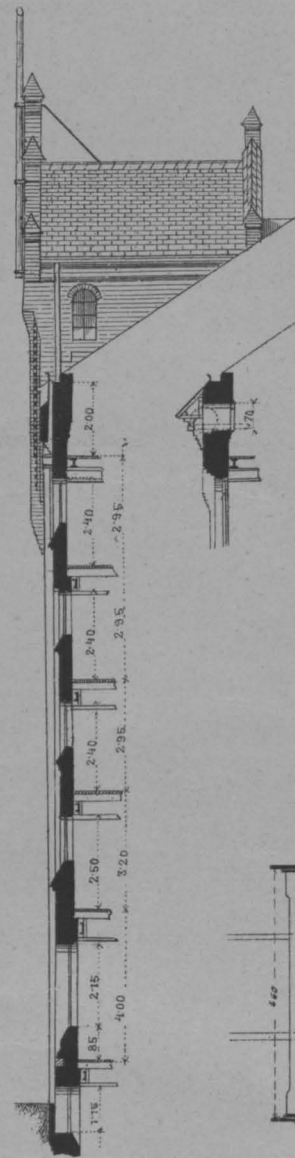
Querschnitt.



Maassstab 1:250.



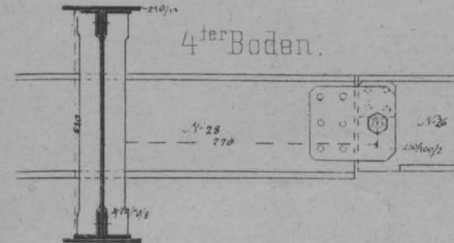
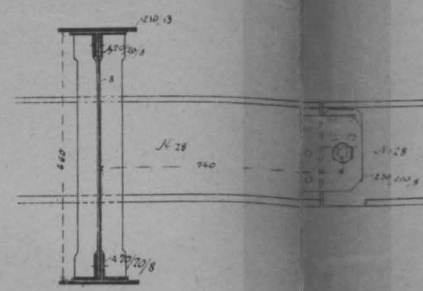
1:200.



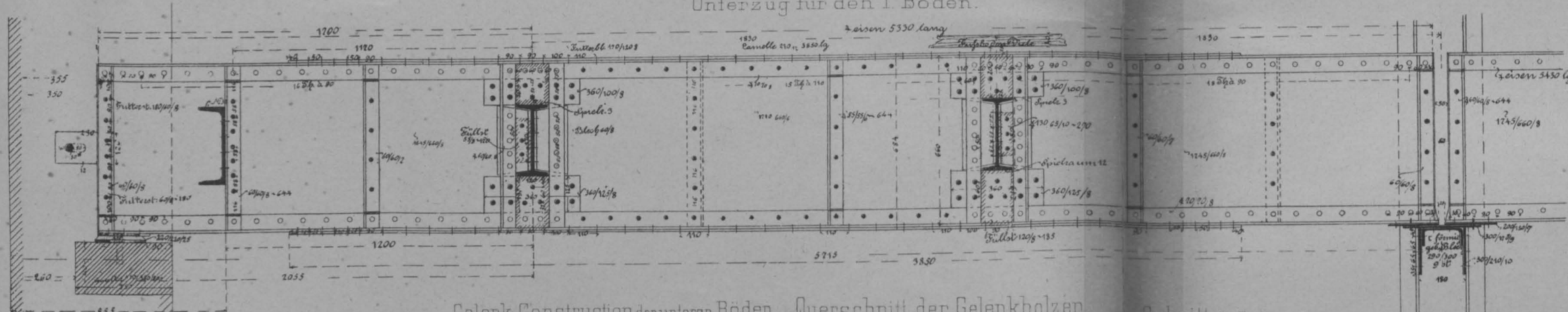
0 10 20 30 40 Meter.

Raum 1-3^{ten} Bod.

Querschnitte der Unterzüge.



Unterzug für den I. Boden.

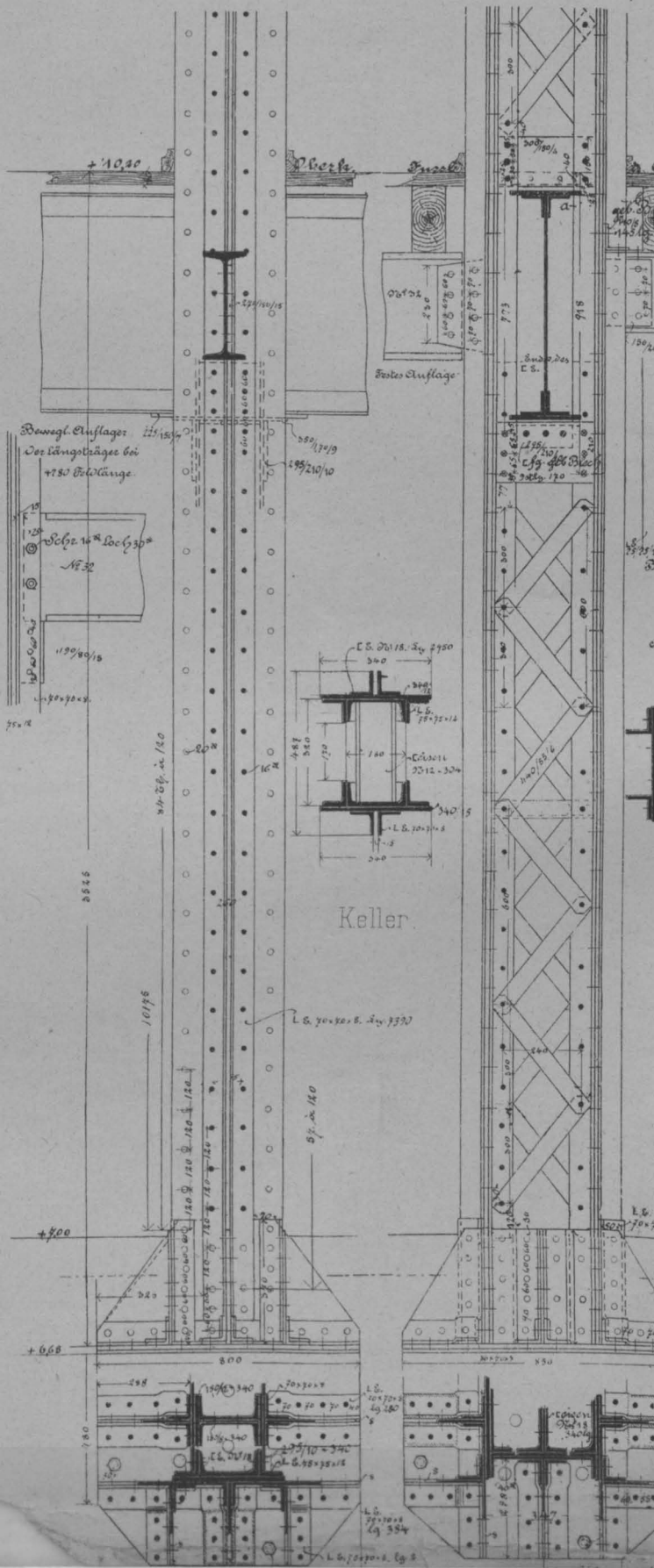
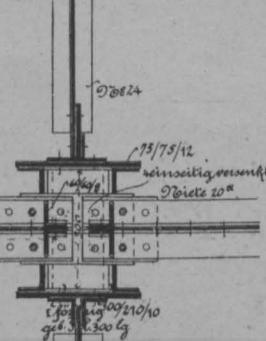
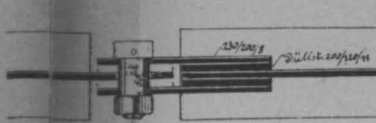
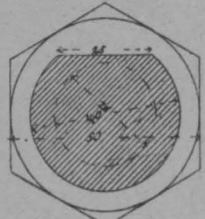
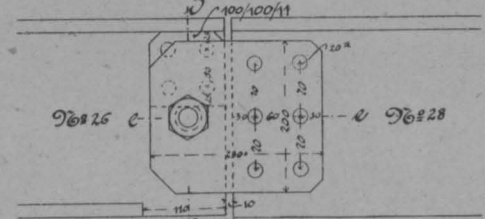
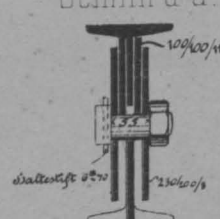


Schnitt d-d.

Gelenk Construction der unteren Böden.

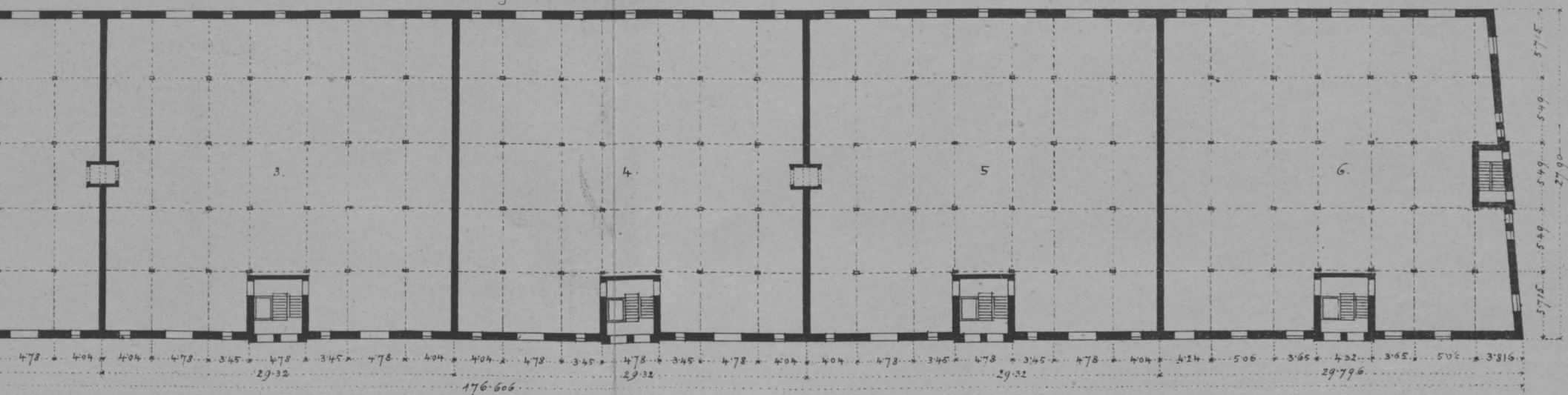
Querschnitt der Gelenkbolzen.

Schnitt e-e.

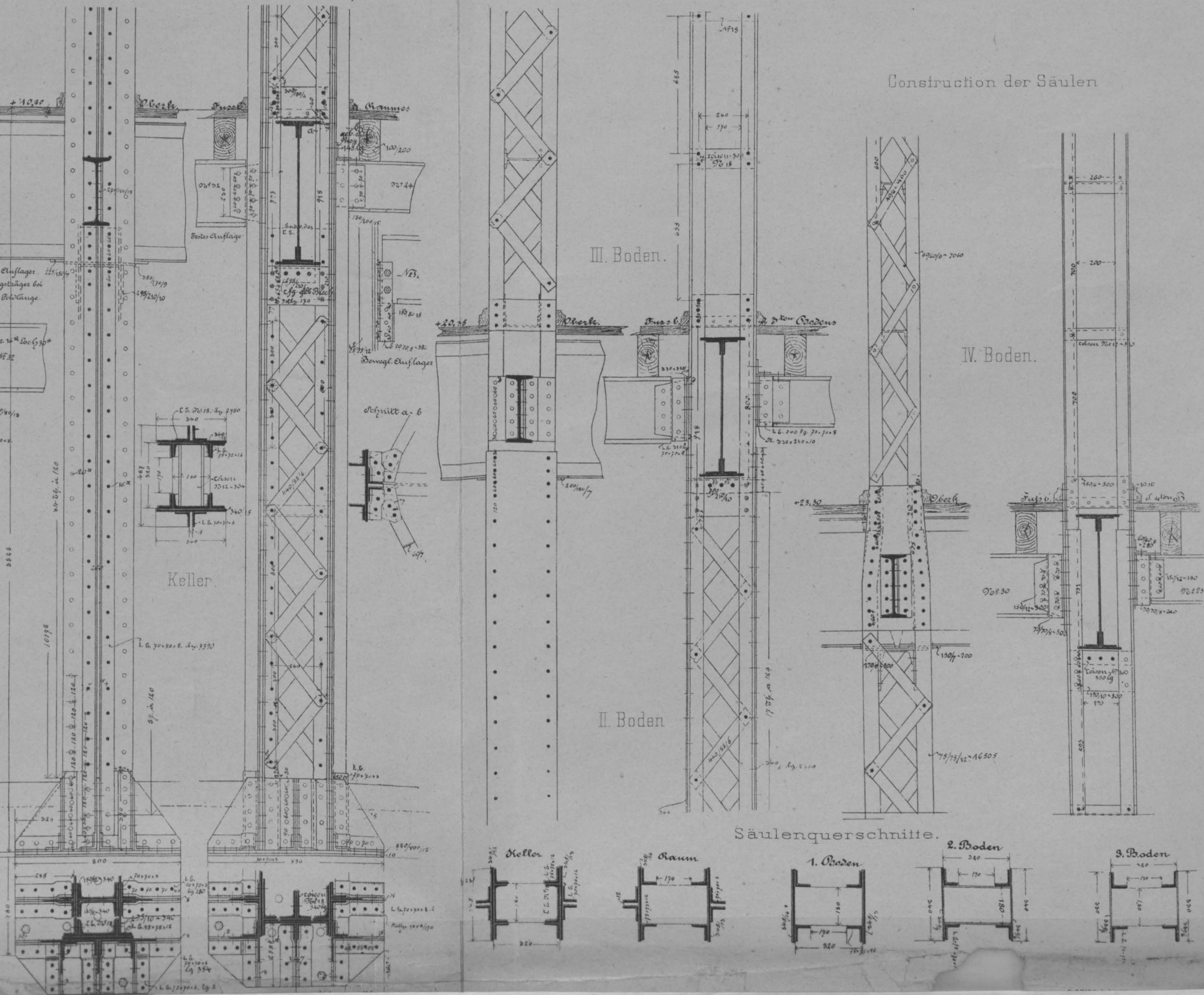


- Platte von 25"
- Platte von 20"
- Platte von 15"
- Platte von 12"

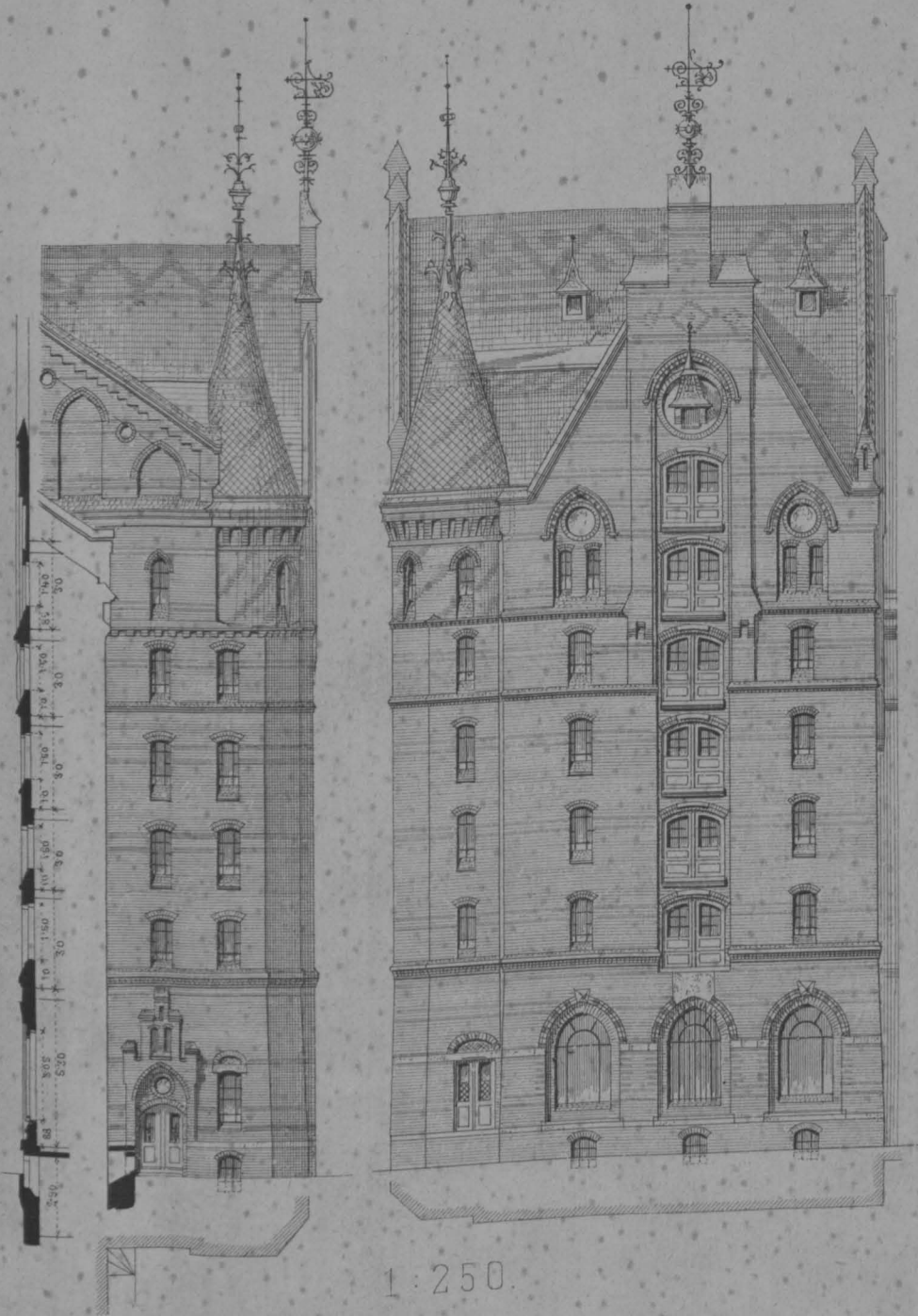
Grundriss des Erdgeschosses.



Construction der Säulen

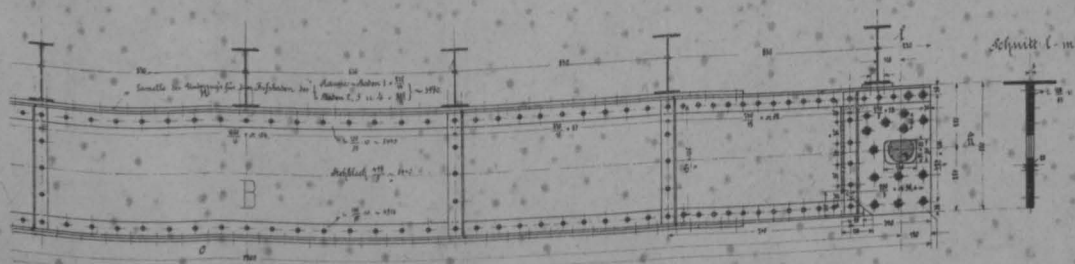
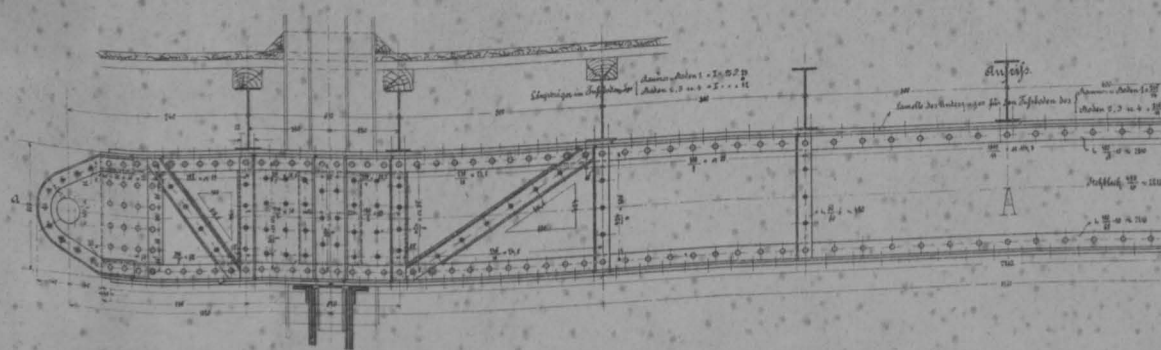


Ansicht von der Landsseite.

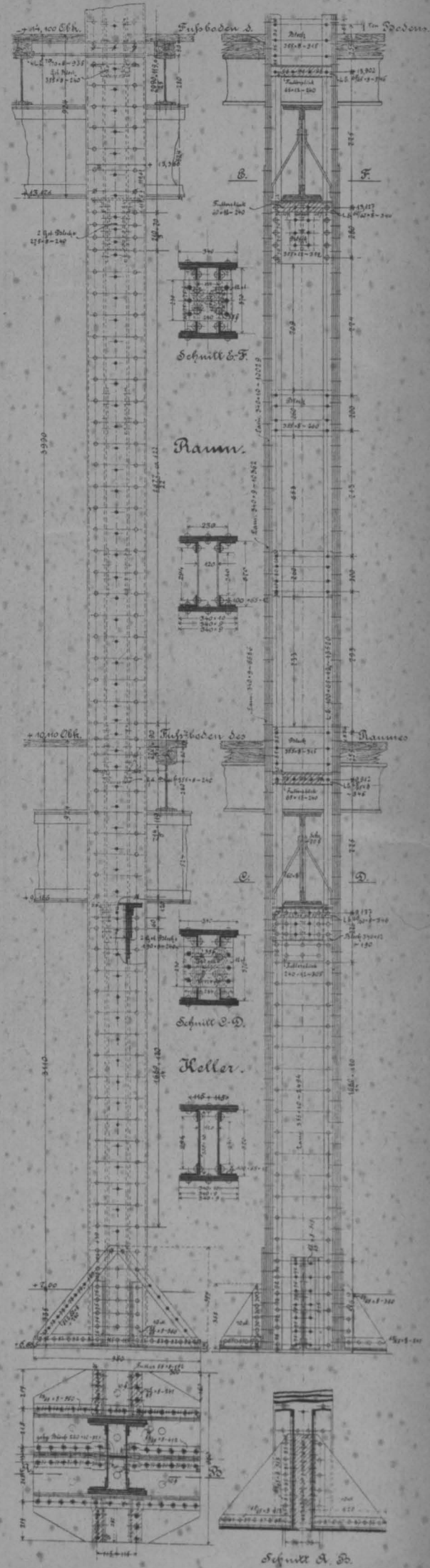


1:250.

Details der Unterzüge.



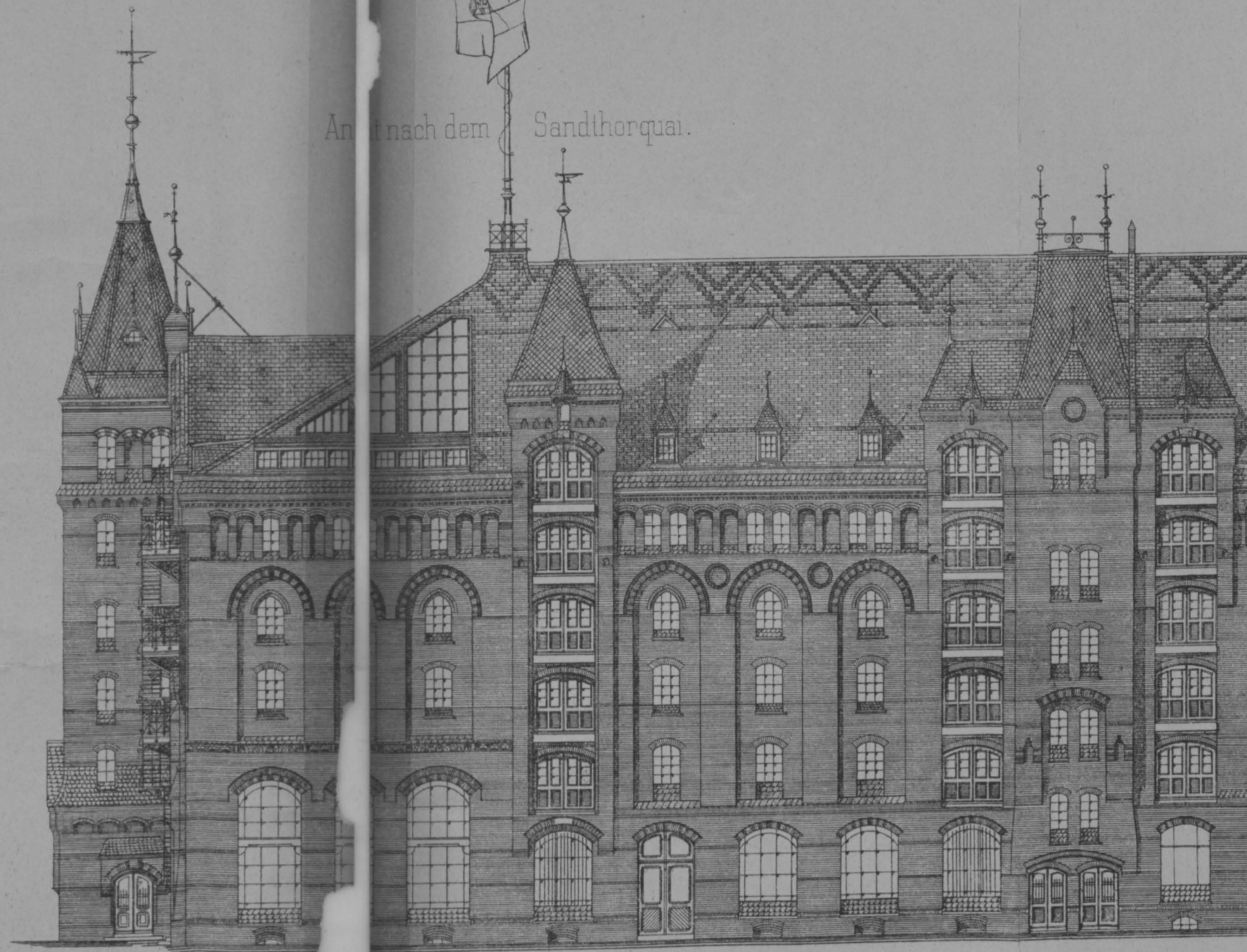
Details der eisernen Säulen.



Giebel-Ansicht.

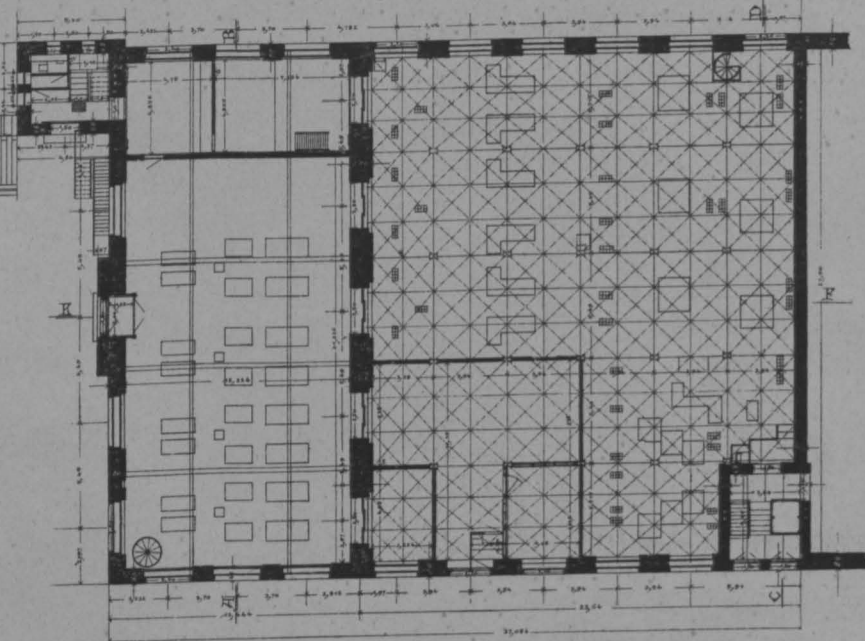


Ansicht nach dem Sandthorquai.



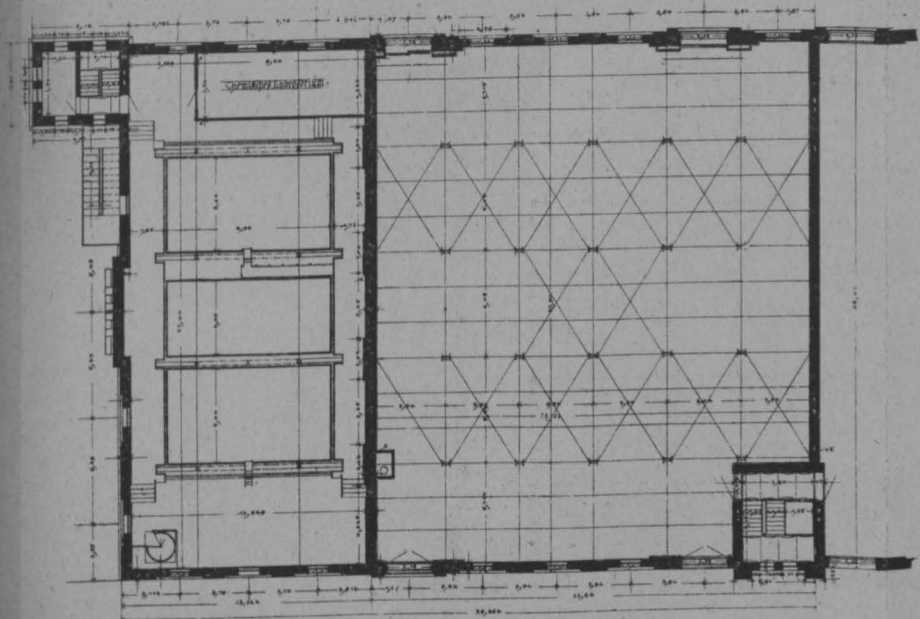
1:200.

Erdgeschoss.



1:500.

Erster Stock.



Querschnitt C-D



Längenschnitt E-F



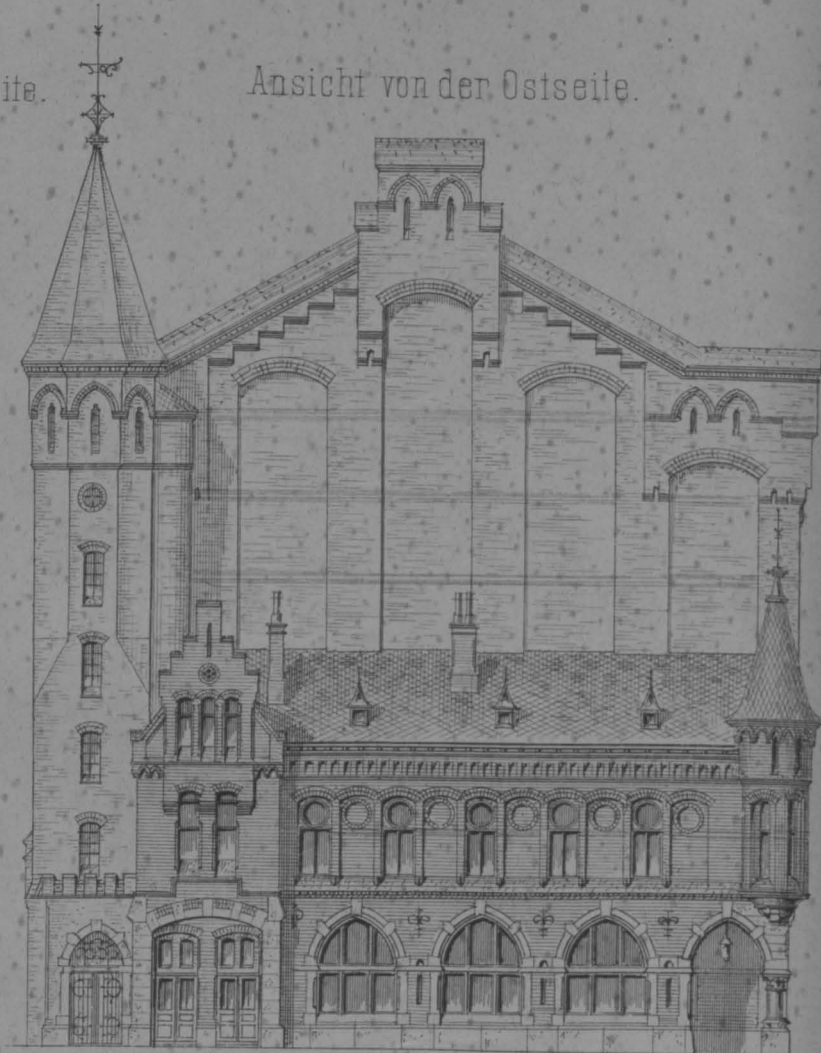
Schnitt AB.



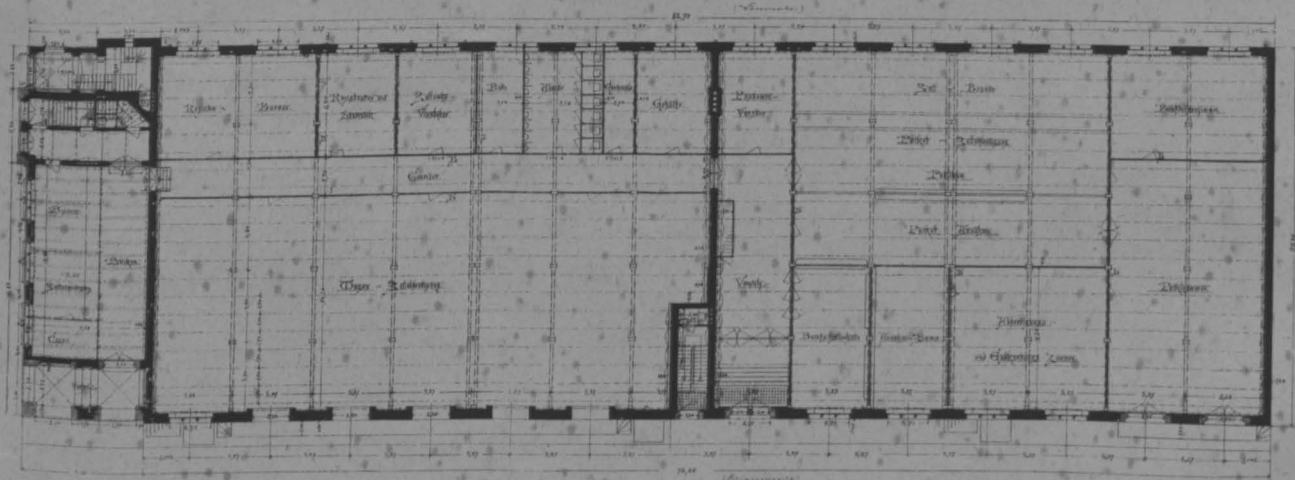
Details der Nordseite.



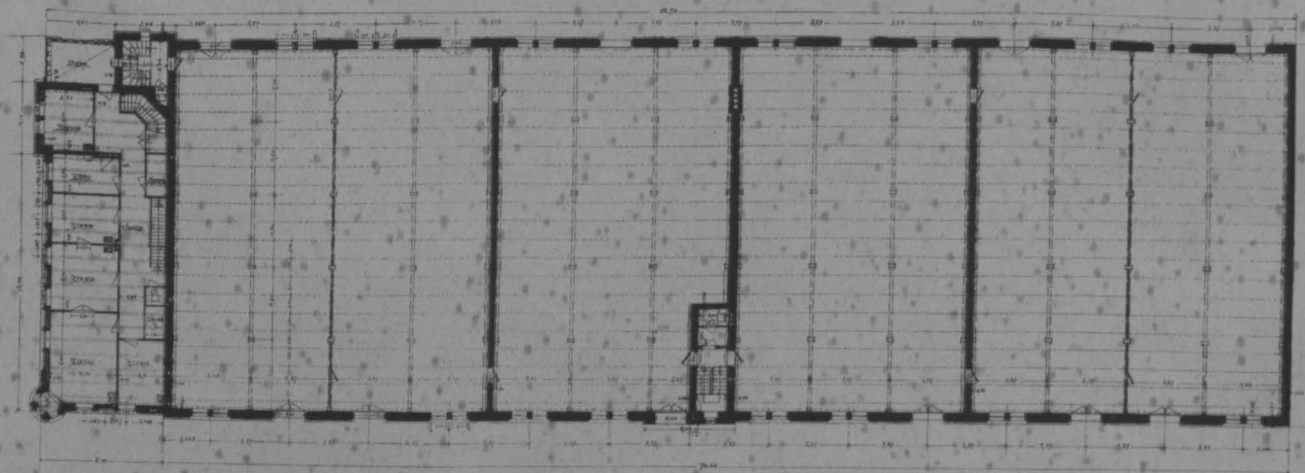
Ansicht von der Ostseite.

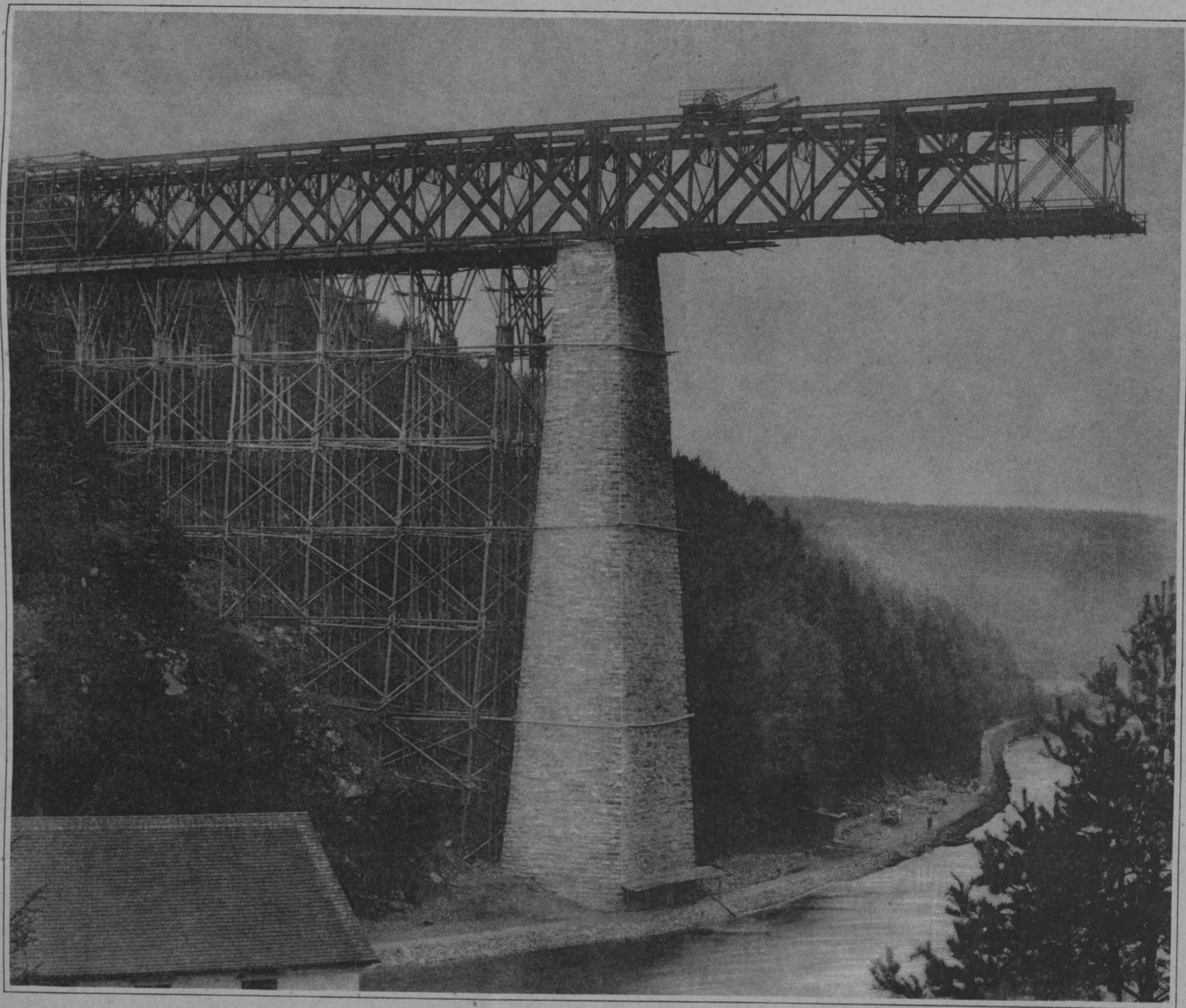


Grundriss des Erdgeschosses.



Grundriss des I. II. III. u. IV. Bodens





Auflagerung des Mittelträgers auf dem Consolträger.

Schnitt A B.

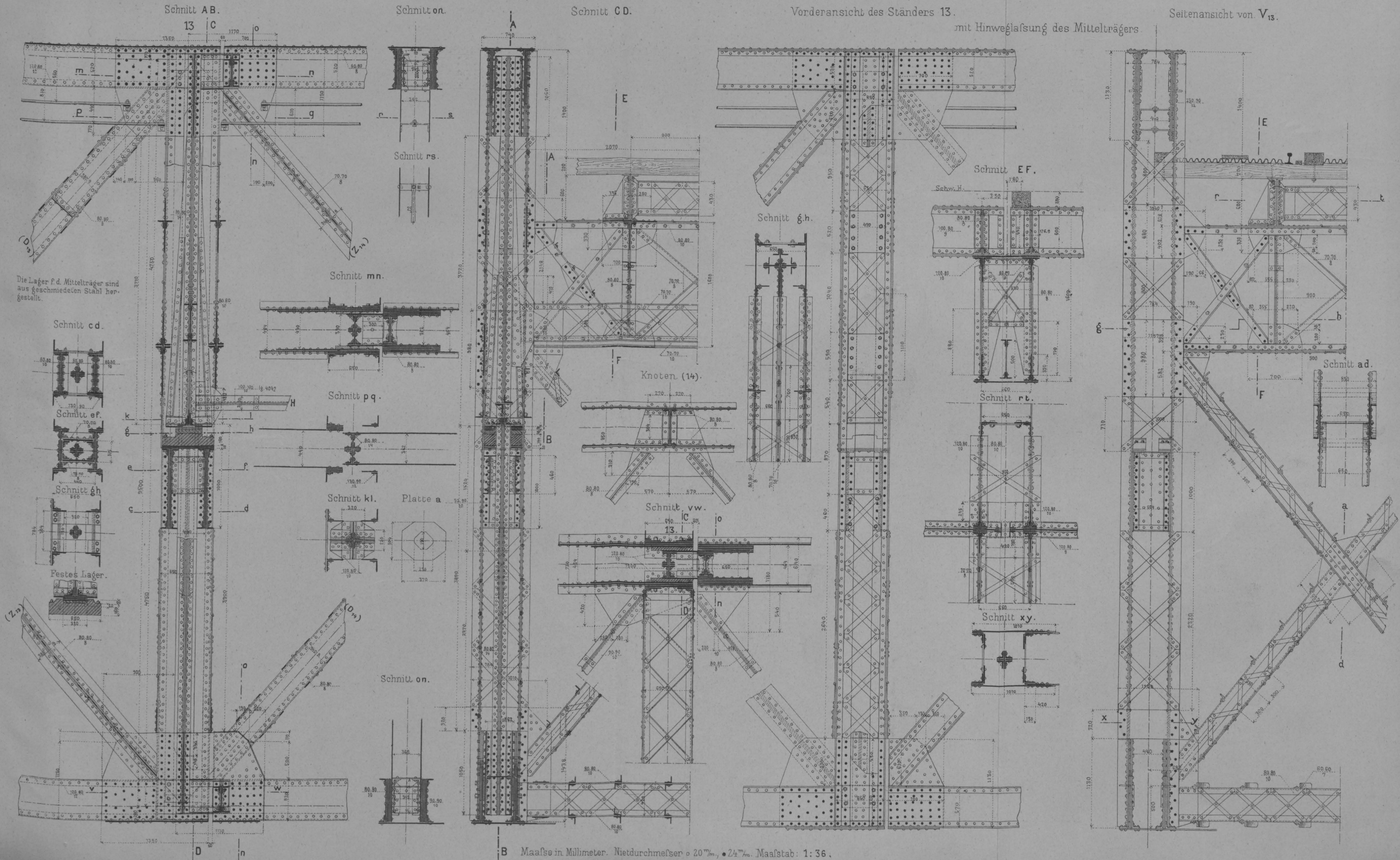
Schnitt on.

Schnitt C D.

Vorderansicht des Ständers 13.

Seitenansicht von V_{13} .

mit Hinweglassung des Mittelträgers



B Maafse in Millimeter. Nietdurehmeser o 20^m, • 24^m. Maafstab: 1:36.

Fig. 1.

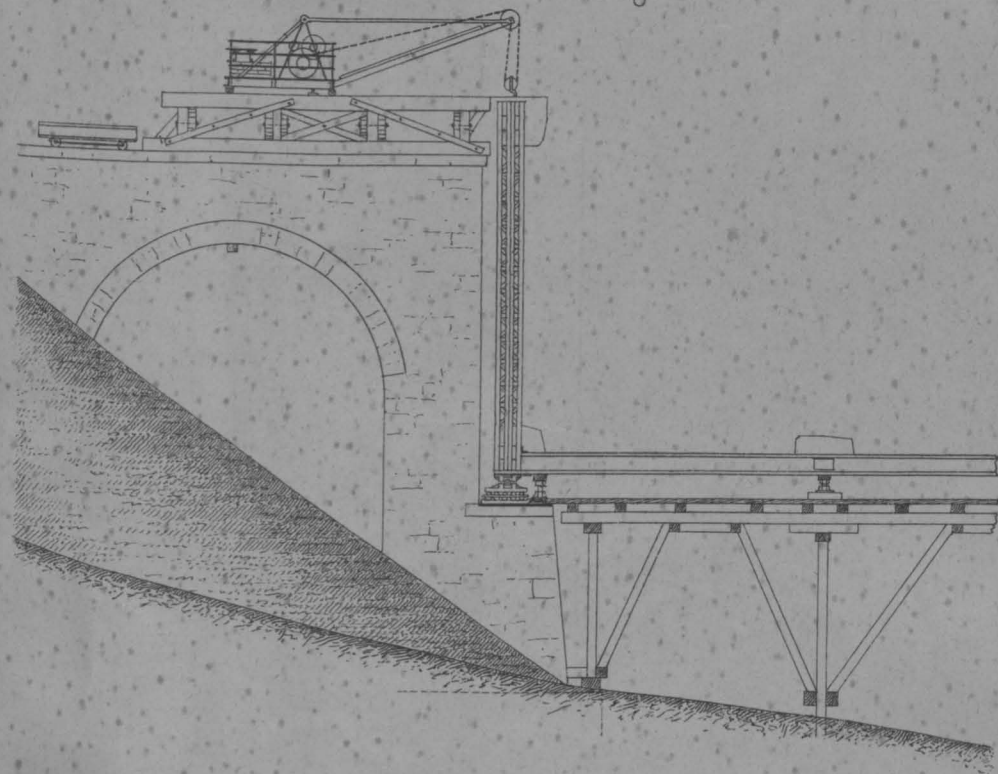


Fig. 2.

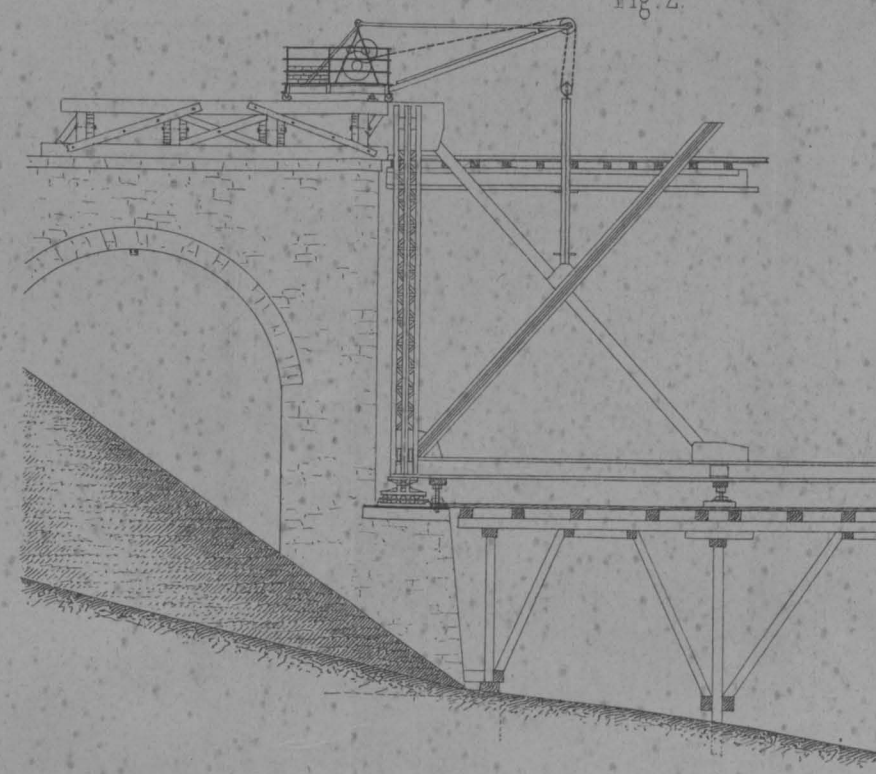


Fig. 3.

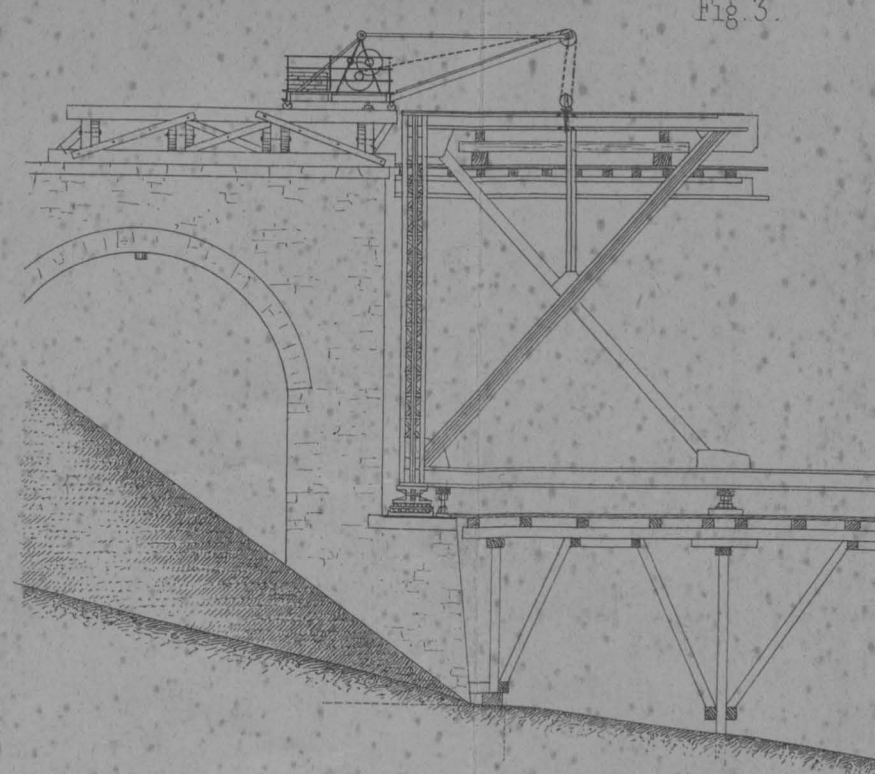


Fig. 4.

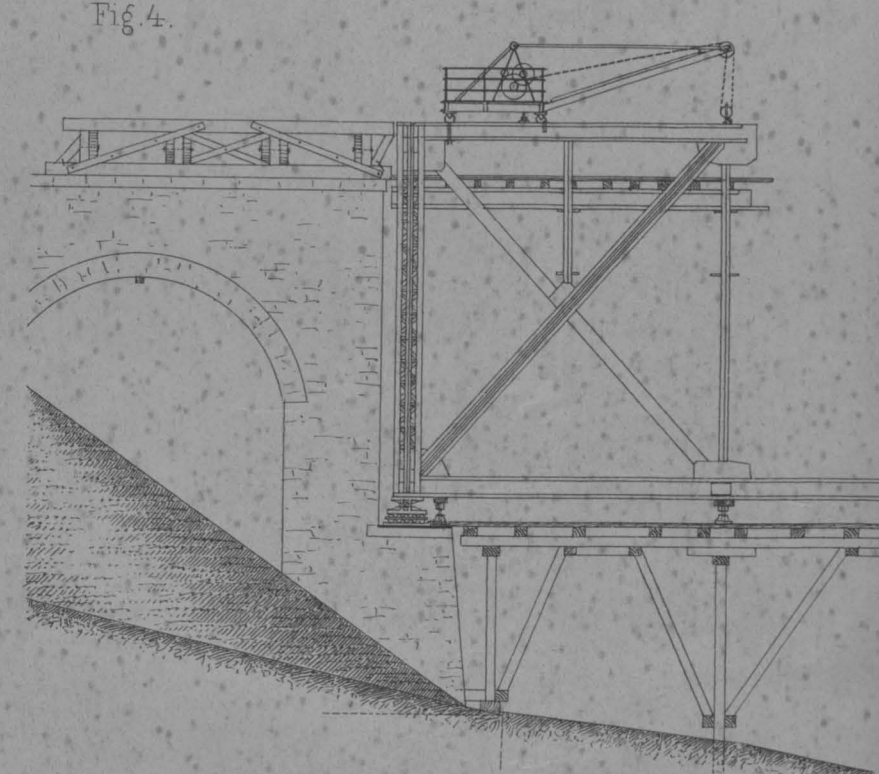


Fig. 5.

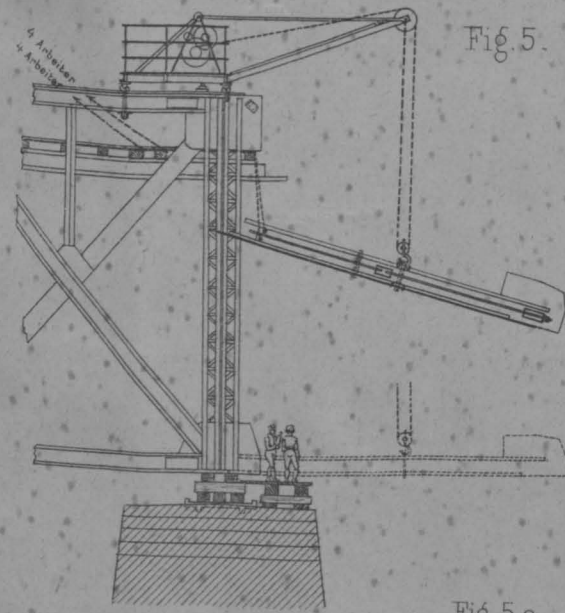


Fig. 6.

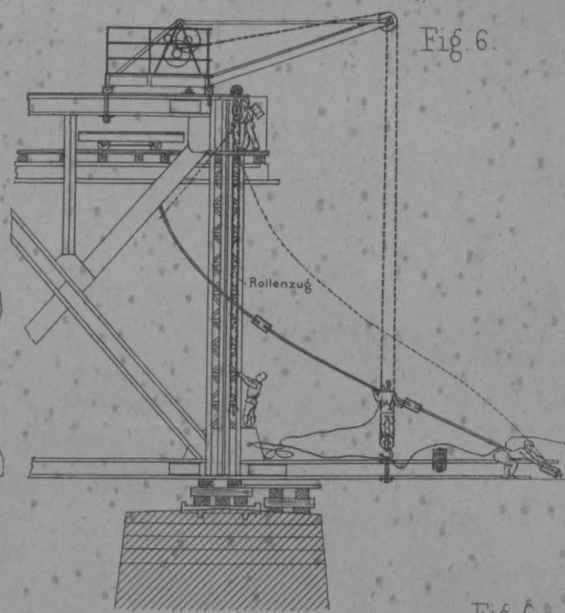


Fig. 7.

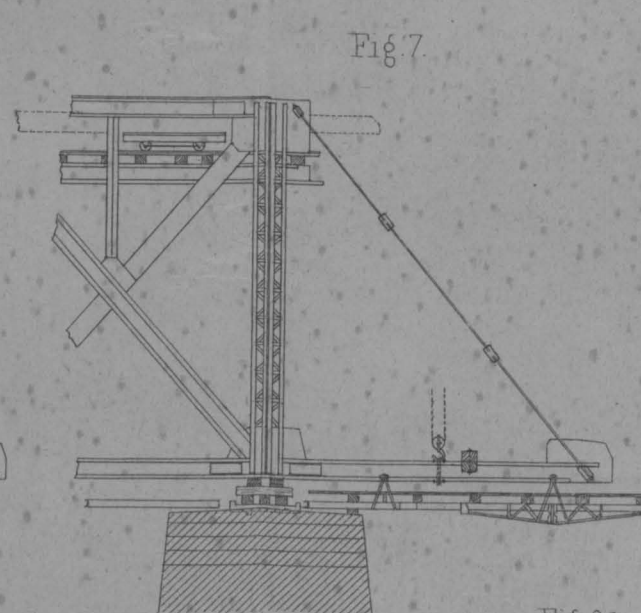


Fig. 8.

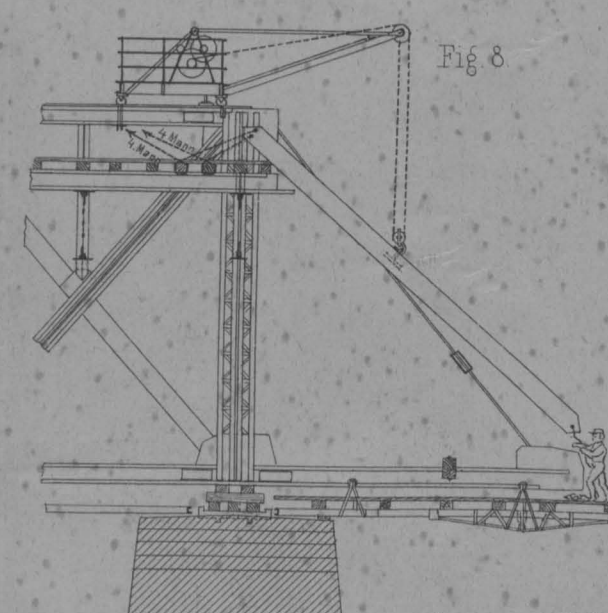


Fig. 9.

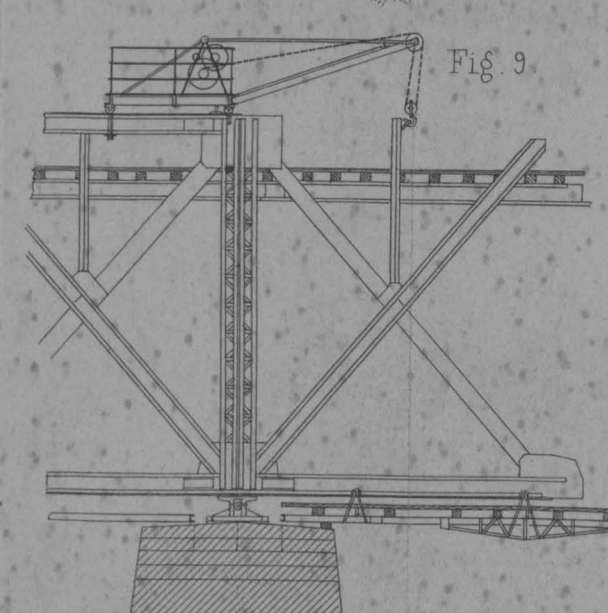


Fig. 10.

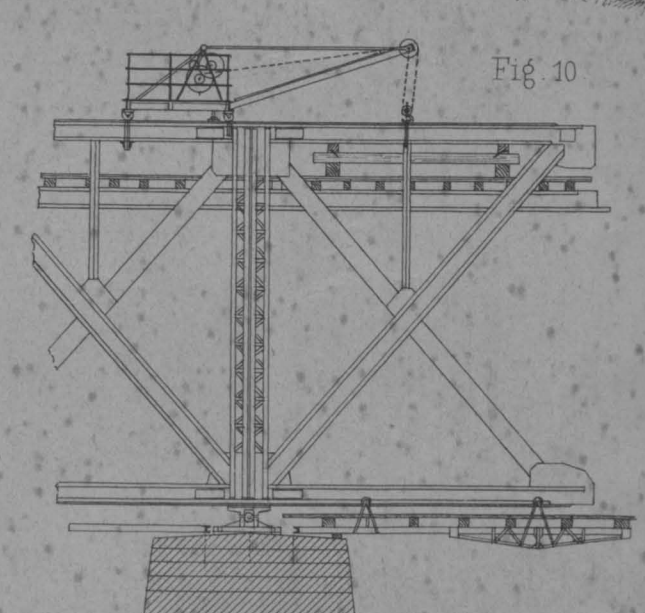


Fig. 5 a.

Type
f. d. Untergurt
in 2 Theilen versetzt

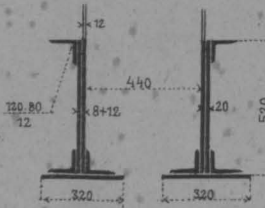


Fig. 6 a.

Vorrichtung f. d. Befestigung
der Hilfsdiagonale.

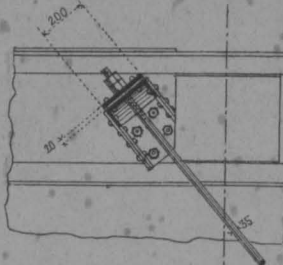


Fig. 6 b.

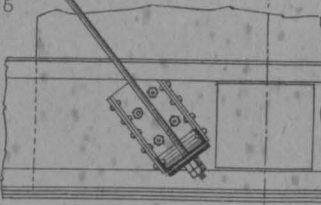


Fig. 6 c.
Alternative



Fig. 8 a.

Querschn. d. Zug-Diag.



Fig. 8 b.

Querschn. d. Druck-Diag.

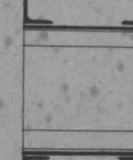
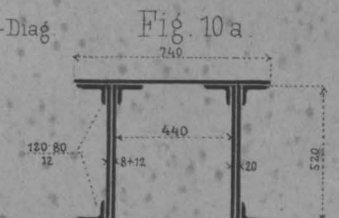


Fig. 10 a.



Type
f. d. Obergurt
im ganzen versetzt.

Fig. 11.

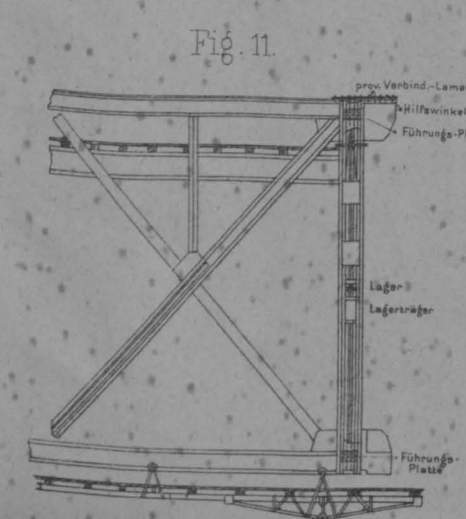


Fig. 12.

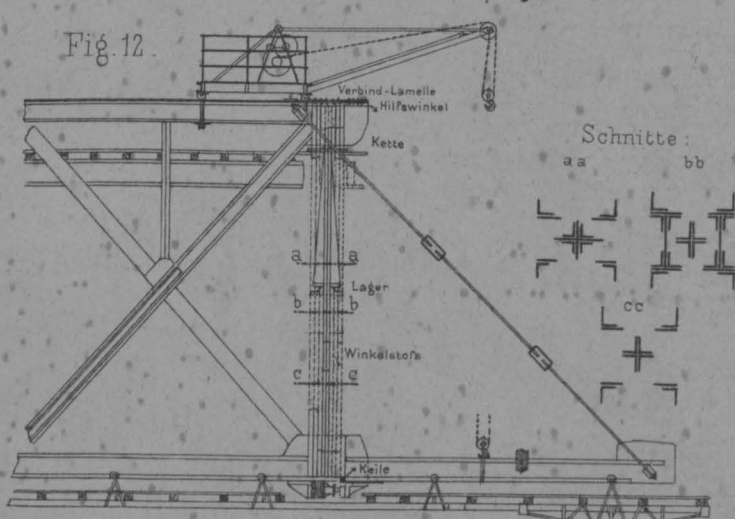


Fig. 13.

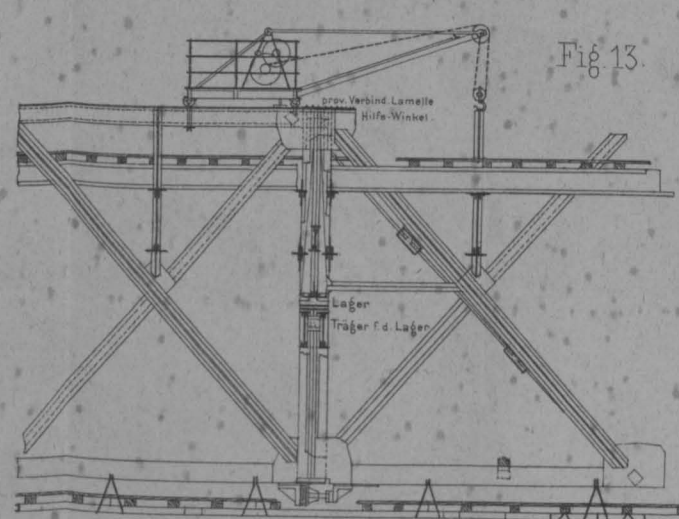


Fig. 14.

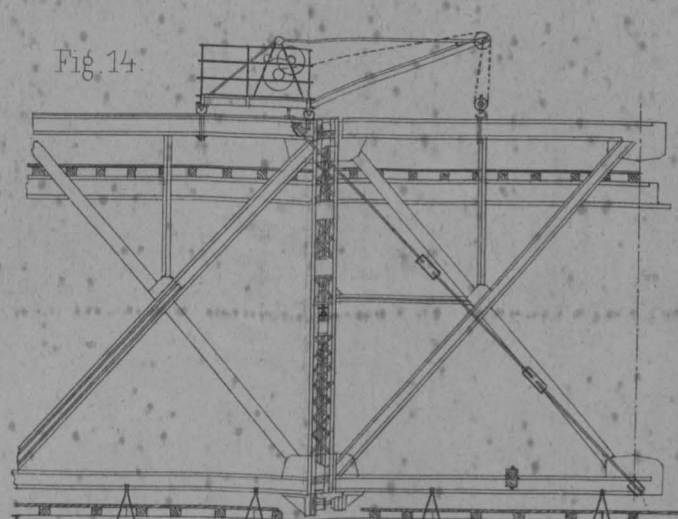
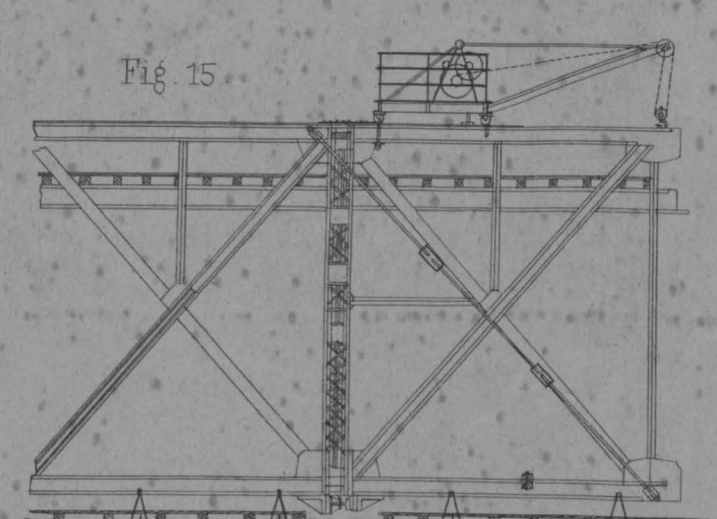


Fig. 15.



Taf. XIX.

1:75.

Taf. XIX.

1:50.

Fig. 6.

Thrommel	300	$\frac{m}{m}$	Durchmesser
I Rad	A	846	"
II "	B	198	"
III "	C	710	"
IV "	D	180	"
Kurbel		800	$\frac{m}{m}$ Hub


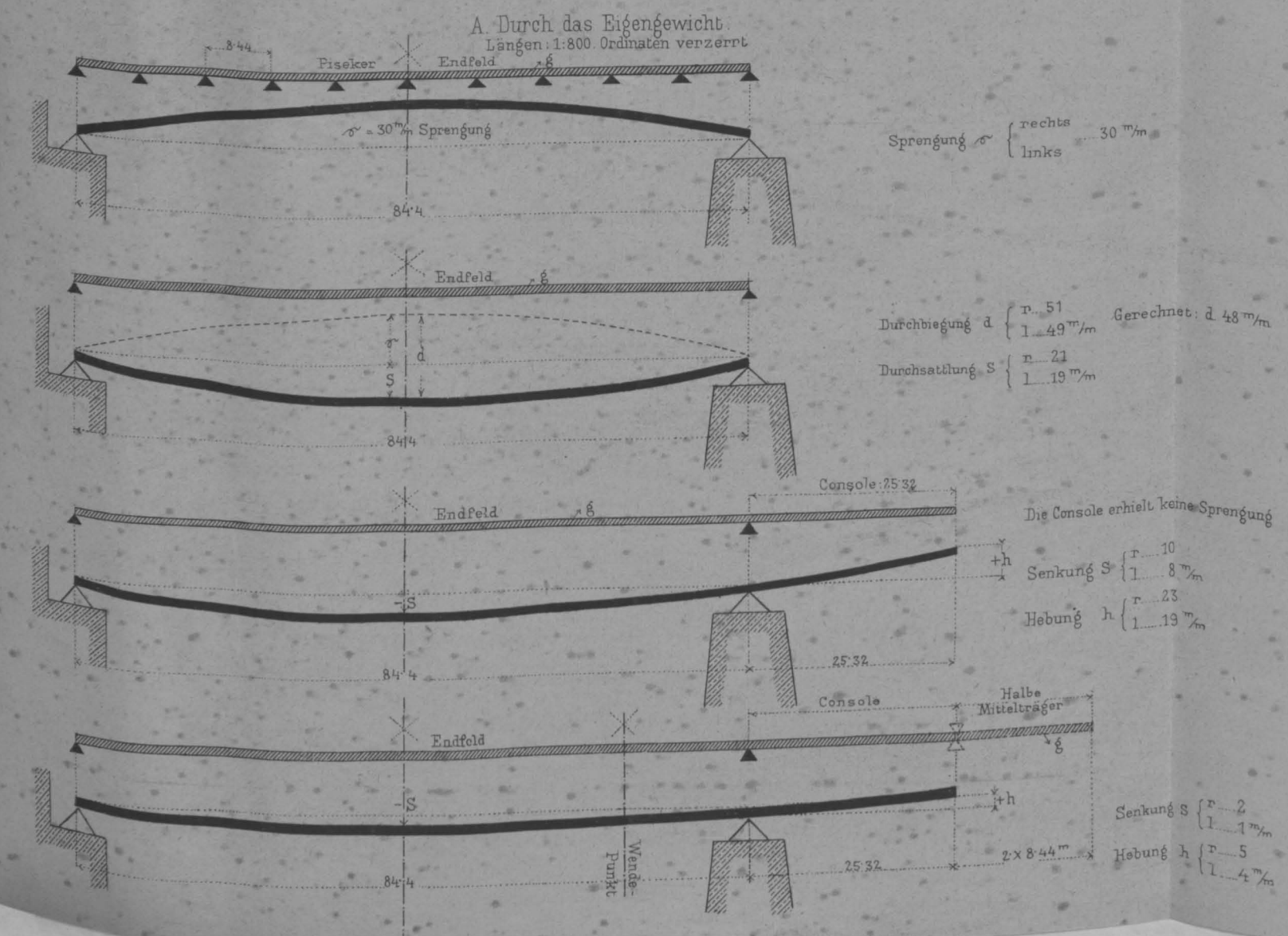
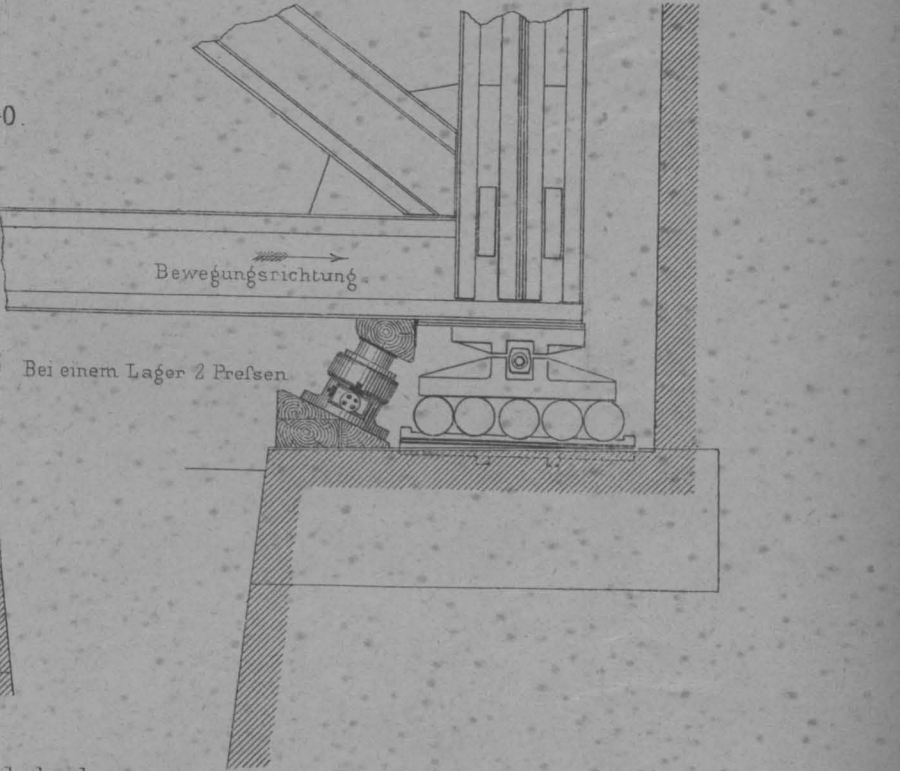
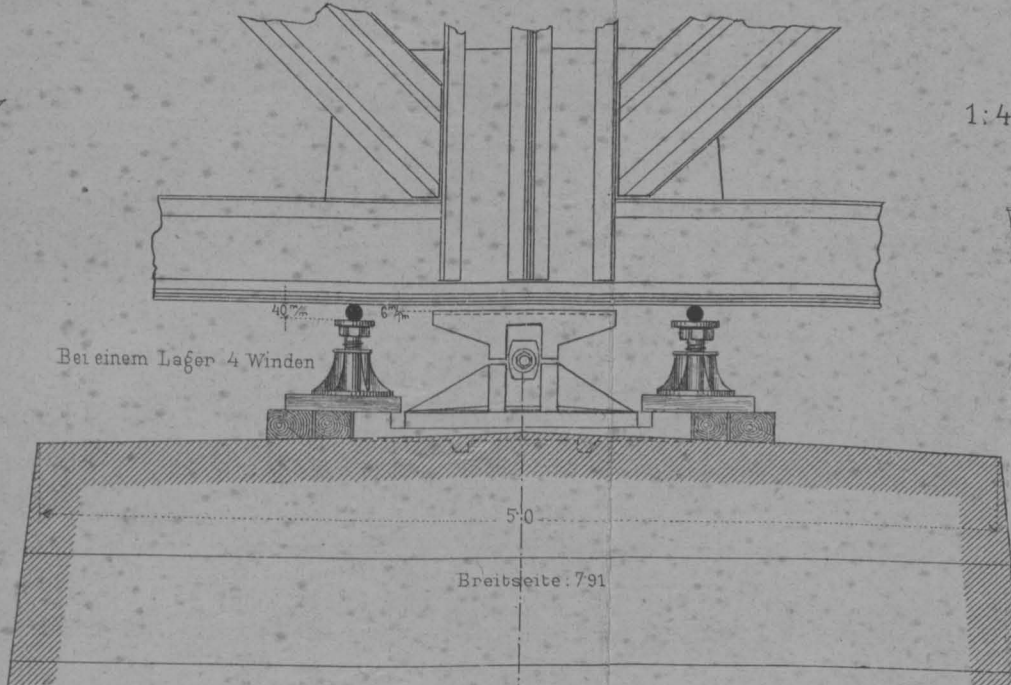
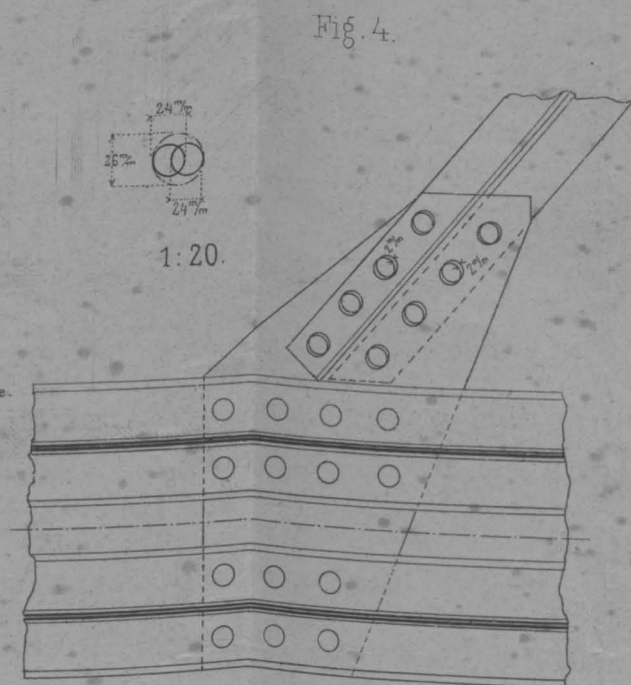
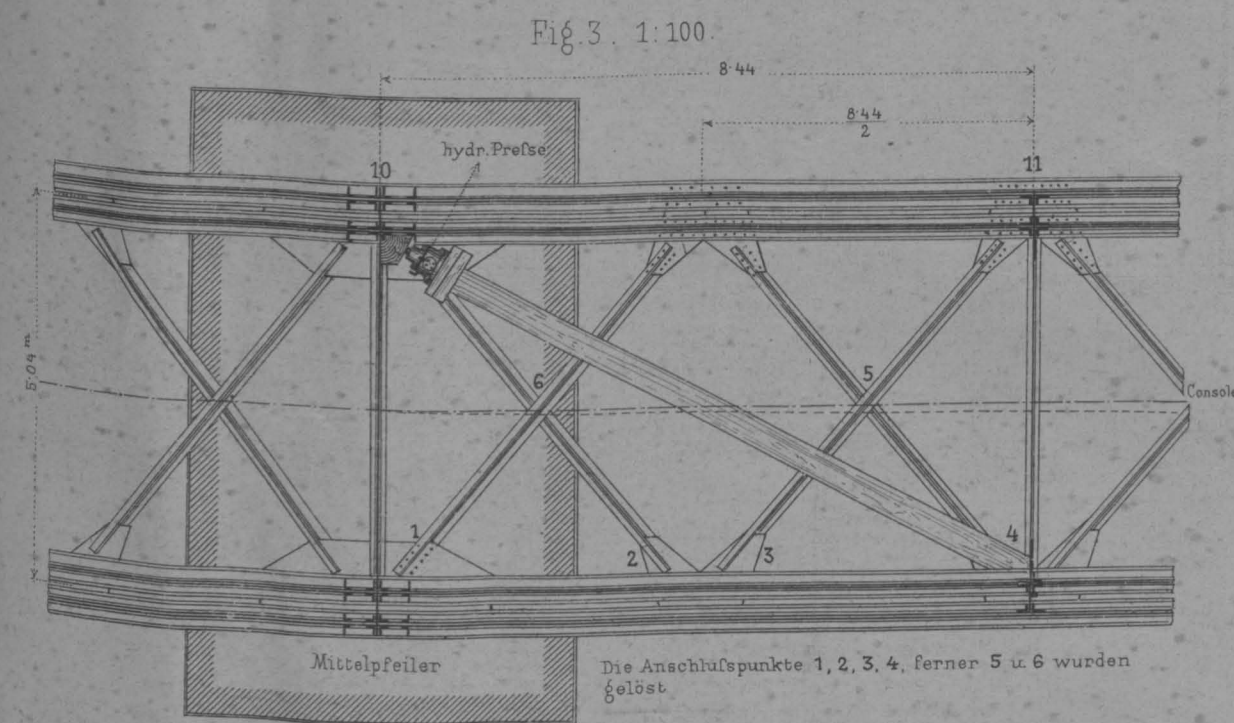
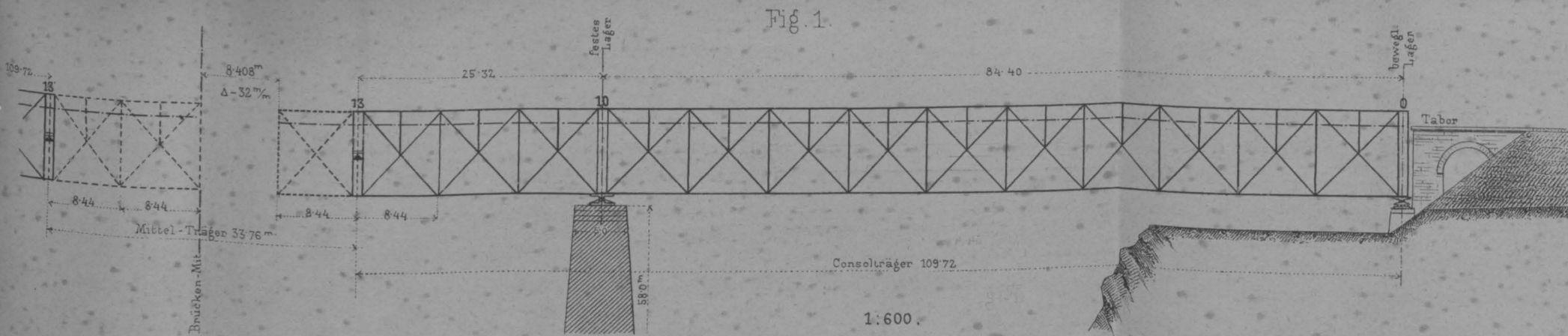
Fig. 8.  Befestigung
der
Krahnwinde
am Gerüste

Fig. 9.
Stützschrauben.

Hintere Verankerung



Durchbiegungen

